

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**



**O USO DE ANALOGIAS ESTRUTURADAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO
ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES**

Rodrigo Ruschel Nunes

CAMPO GRANDE - MS

2010

RODRIGO RUSCHEL NUNES

**O USO DE ANALOGIAS ESTRUTURADAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO
ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul como requisito final para a
conclusão do curso de Mestrado em
Ensino de Ciências, área de
concentração Ensino de Química.

Orientador (a): Profa. Dra. Maria Celina
Piazza Recena

CAMPO GRANDE - MS

2010

ii



ATA DE SESSÃO DE SEMINÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO

Às 14h do dia vinte e dois de março de dois mil e dez, reuniu-se a Banca Examinadora, sob a Presidência da Dr.^a Maria Celina Piazza Recena, para avaliação da Proposta de Dissertação intitulada "O uso de analogias como recurso didático no ensino médio de química e a formação continuada de professores" do Mestrando **Rodrigo Ruschel Nunes** do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências - Curso de Mestrado Profissional.

A Banca Examinadora foi composta pelos professores abaixo relacionados:

Examinadores	Assinatura
Dr. ^a Maria Celina Piazza Recena (orientadora/UFMS)	
Dr. Dario Xavier Pires UFMS	
Dr. ^a Lizete Maria O. de Carvalho UNESP	
Dr. Onofre Salgado Siqueira UFMS	

Aprovado Aprovado Condicionalmente () Não aprovado ()

Conceito Final: **A**

Se aprovado condicionalmente, relatar abaixo as condições (ou a esta anexar documento com os condicionantes ATA):

Assinaturas:

Orientador:	Mestrando:

Homologado pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências em / / .

Coordenador: _____
Dr Paulo Ricardo da Silva Rosa

Caberá ao orientador presidir a sessão de Apresentação do Seminário de Dissertação e preencher esta Ata. Após o Seminário, ela deverá ser encaminhada à Secretaria do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, juntamente com os pareceres individuais dos Examinadores, se houver.



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Japir e Ana Luiza, pelo apoio incondicional aos meus estudos durante toda minha vida, pela educação e princípios ensinados e que hoje me fazem um homem íntegro.

A minha esposa Daniela, meus filhos Luiza e Pedro que são o centro para onde convergem todas minhas energias.

Ao meu sogro João Francisco e minha sogra Lenir pelas diversas vezes que ocuparam meu espaço nesta casa, para que eu pudesse cumprir meus compromissos com mais tranquilidade, proporcionando maior segurança para minha família.

A professora Maria Celina pela sua sapiência na minha orientação, me indicando caminhos dentro de meu trabalho.

Alexandre Geraldo Faria sua esposa Marta e os filhos Ian e Isna, família que aprendi a admirar, abriram as portas de sua casa e me proporcionaram um lar em Campo Grande.

A Neiva Aparecida pela dedicação a minha família.

Aos professores e alunos, sujeitos da pesquisa, que se dispuseram a participar desta pesquisa.

Aos professores da banca pelas suas colaborações para que trabalho alcançasse seus objetivos.

Aos professores e colegas de mestrado, pela valiosa troca de experiências e saberes.

A REUNI, por seu apoio financeiro concedido.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceituações de mapa conceitual, segundo MÓL (1999).....	24
Quadro 2 - Horas aula observadas dos professores e respectivas séries – agosto a dezembro de 2008.....	58
Quadro 3 - Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1.....	64
Quadro 4 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 1, turma 1	69
Quadro 5 - Classificação das analogias utilizadas professor 1, turma 1	70
Quadro 6 - Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2.....	72
Quadro 7 - Respostas dos alunos ficha 1, turma 2: similaridades entre alvo e análogo	76
Quadro 8 - Respostas dos alunos, turma 2, da ficha 2 preenchida com as limitações	78
Quadro 9 - Respostas dos alunos, ficha 2 preenchida de forma errada, com as similaridades.	79
Quadro 10 - Resultados obtidos na ficha 3	82
Quadro 11 - Passos seguidos pelo professor 1, turma 2 do Modelo TWA.....	83
Quadro 12 - Classificação das analogias utilizadas professor 1, turma 2	84
Quadro 13 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 1, feita pelo professor 1: Quais os fatores que alteram a velocidade das reações?.....	86
Quadro 14 - Analogias utilizadas pelo professor 2.....	98
Quadro 15 - Respostas dos alunos professor 2, ficha 1: similaridades entre alvo e análogo.....	102
Quadro 16 - Similaridades mediadas pelo professor na lousa	104
Quadro 17 - Respostas dos alunos, professor 2, ficha 2: limitação da analogia	106
Quadro 18 - Novo quadro das similaridades feito pelo professor na lousa ...	108
Quadro 19 - Limitações efetuadas no quadro de giz pelo professor	109
Quadro 20 - Resultados obtidos na ficha 3	109
Quadro 21 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 2	110
Quadro 22 - Classificação das analogias professor 2	111

Quadro 23 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão do professor 2	113
Quadro 24 - Analogias utilizadas pelo professor 3	125
Quadro 25 - Limitações das analogias professor 3 - Parte 1	139
Quadro 26 - Limitações das analogias professor 3 – parte 2	139
Quadro 27 - Limitações das analogias professor 3 – parte 3	140
Quadro 28 - Limitações das analogias professor 3 – parte 4	140
Quadro 29 - Limitações das analogias professor 3 – parte 5	141
Quadro 30 - Limitações das analogias professor 3 – parte 6	142
Quadro 31 - Limitações das analogias professor 3 – parte 7	142
Quadro 32 - Limitações das analogias professor 3 – parte 8	143
Quadro 33 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 3	143
Quadro 34 - Classificação das analogias utilizadas professor 3	145
Quadro 35 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 1 professor 3: Quais os fatores que determinam a ocorrência de uma reação?	147
Quadro 36 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 2, professor 3: liste abaixo os fatores que aceleram a velocidade das reações químicas. Explique.	148

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual das comparações.....	24
Figura 2 - Modelos dos três níveis de enriquecimento.	40

RESUMO

A analogia é um importante componente da linguagem humana e pode, por sua natureza, constituir-se em recurso didático para o ensino de conceitos científicos, em especial no Ensino de Química. Nesse sentido, o presente estudo buscou conhecer os resultados do uso sistematizado da analogia como estratégia de ensino na prática pedagógica de quatro professores do ensino médio, de escolas de Campo Grande – MS, e a influência desse recurso para a aprendizagem de conceitos científicos pelos alunos. Para isso, os professores participaram de um curso de formação continuada em que tiveram oportunidade de discutir e refletir sobre os conceitos teórico-práticos relativos ao uso da analogia e de algumas formas mais usuais de emprego de forma sistematizada desse recurso didático. Posteriormente, utilizaram esse conhecimento para planejar e implementar estratégias didáticas com o uso de analogias para alguns conceitos de Química. A metodologia utilizada neste trabalho foi qualitativa e o método de investigação foi o estudo de caso. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados: entrevista semiestruturada, análise documental e observação. Foi feita a análise de quais conceitos os professores tinham sobre a analogia, antes e durante o processo de formação continuada, de que forma eles se apropriaram destes conhecimentos e quais modificações esse processo acarretou em sua prática profissional. Verificou-se, também, como as estratégias didáticas com uso de analogias estruturadas influenciaram na aprendizagem dos conceitos de química, em turmas do ensino médio, nas quais foram aplicadas em comparação com turmas em que este recurso didático não foi utilizado. Por fim, analisaram-se as reflexões que os professores fizeram sobre sua prática com uso de analogias. Os resultados indicam que os professores participantes da pesquisa já usavam analogias em suas aulas, porém não conheciam a base teórico-metodológica para a otimização do uso desse recurso didático para o ensino de química. Os professores empregaram este recurso mesclando seus conhecimentos experienciais, com uso espontâneo de analogias, com os conhecimentos que haviam adquirido no curso, modificando sua prática e utilizando uma forma própria para o desenvolvimento das estratégias didáticas propostas aos seus alunos. Na entrevista final, os professores apontaram suas impressões sobre o uso sistematizado de analogias e refletiram sobre sua prática ao aplicá-las. Quanto aos resultados na aprendizagem dos alunos, pode-se afirmar que o uso das analogias estruturadas produziu um resultado positivo nos grupos experimentais, igual, ou melhor, ao dos grupos controle. Constatou-se que as analogias promovem nos alunos um interesse maior em aprender os conceitos químicos ensinados, pois os análogos utilizados são de sua vivência cotidiana, o que auxilia o aluno a familiarizar-se com o conteúdo a ser ensinado, tendo assim uma facilidade maior em compreender o conceito alvo (científico).

Palavras-chave: Formação continuada, recurso didático, analogias estruturadas, ensino de química.

ABSTRACT

Analogy is an important component of the human language and may, for its nature, be a teaching resource for the teaching of the scientific concepts, in special, in the Chemistry area. In this sense, the present study sought to know the results of the systematized use of analogy as a teaching strategy in the teaching practice - of four High school teachers from Campo Grande – MS schools - and the influence of this resource in the students learning of scientific concepts. For this, the teachers took a continuing training course in which they had the opportunity of discussing and reflecting about the theoretical-practical concepts related to the use of analogy and of the some more usual forms of systematized utilization of the of this teaching resource. Later, they used this knowledge to plan and implement teaching strategies, with the use of analogies for some Chemistry concepts. The methodology used in this work was qualitative and the investigation method was a case-study. Semi structured interview, document analysis and observation were used as instruments for data collection. Before and during the process of continuing training, an analysis was made, about what concepts the teachers had about analogy, how they have appropriated this knowledge and what changes this process resulted in their professional practices. It was also noticed how the teaching strategies, with the use of structured analogy influenced in the learning of the Chemistry concepts, in classes in which this teaching resource was not used. Finally, the reflections the teachers made about their practices with the use of analogies were analyzed. The results indicate that the teachers subjects of this research already used analogies in their classes, but they did not know the theoretical-methodological basis for the optimization of this teaching resource for the Chemistry teaching. The teachers used this resource merging their experiential knowledge, with the spontaneous use of analogies and the knowledge they have acquired in the course, changing their practices and using a particular form for the development of the teaching strategies proposed. In the last interview the teachers point their impression about the systematized use of analogies and reflect about their practices while applying them. Concerning to the results in the students learning, we may say that the use of structured analogies produced a positive result in the experimental groups, the same or better than in the control group. It was found that the analogies promote a bigger interest in the students, to learn the chemical concepts, since the used similar are from their daily routine. This helps the student to familiarize with the subject to be taught, thus, having a larger facility in understanding the target concept (scientific).

Key-words: continuing training, teaching resource, structured analogies, Chemistry teaching.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	v
LISTAS DE FIGURAS	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	7
CAPITULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	8
1 FORMAÇÃO CONTINUADA DE DOCENTES DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA.....	8
1.1 CONCEPÇÕES DE FORMAÇÃO CONTINUADA	8
1.2 ENSINO DE QUÍMICA.....	15
1.3 SABERES PARA DOCÊNCIA EM QUÍMICA E AS ANALOGIAS.....	16
1.4 O CONCEITO DE ANALOGIA E O SEU PAPEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	22
1.4.1 O que são analogias.....	22
1.4.2 Analogias e a formação do conhecimento.....	25
1.4.3 As analogias no ensino de ciências.....	27
1.4.4 O uso de analogias em textos didáticos	28
1.4.5 O uso de analogias por professores em sala de aula.....	30
1.4.6 Estratégias didáticas para o uso de analogias	32
1.4.6.1 Propostas para utilização de analogias de forma estruturada	32
1.4.6.2 O modelo TWA - Ensinando com analogias	35
1.4.6.3 Critérios de classificação das analogias.....	37
1.5 APRENDIZAGENS SIGNIFICATIVAS: UM OLHAR NO PROCESSO EDUCATIVO EM QUÍMICA	41
CAPÍTULO II - ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	46
2.1 TIPOS DE PESQUISA.....	46
2.2 O CONTEXTO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	47

2.3	A OFICINA SOBRE AS ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA FORMAÇÃO CONTINUADA	48
2.4	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	52
2.4.1	Entrevista semiestruturada	53
2.4.2	Análise documental	55
2.4.3	Observação	56
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....		60
3.1	DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 1	60
3.1.1	Entrevista inicial.....	60
3.1.2	Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA.....	64
3.1.2.1	Analogias utilizadas pelo professor 1 - Turma 1	64
3.1.2.1.1	Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1, segundo o modelo TWA	69
3.1.2.1.2	Classificação das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984).....	70
3.1.2.2	Analogias utilizadas pelo professor 1 – Turma 2	71
3.1.2.2.1	Ficha número 1, professor 1, mapeando similaridades entre alvo e análogo.....	76
3.1.2.2.2	Preenchimento ficha 2, professor 1	77
3.1.2.2.3	Ficha número 3: síntese conclusiva	82
3.1.2.2.4	Análise das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2, segundo modelo TWA.....	82
3.1.2.2.5	Classificação das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984).....	84
3.1.3	Resultados da avaliação professor 1: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas	85
3.1.4	Entrevista final	87
3.1.5	Síntese professor 1.....	91
3.2	DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 2	92
3.2.1	Entrevista inicial.....	92
3.2.2	Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA.....	97

3.2.2.1	Analogias utilizadas pelo professor 2	98
3.2.2.2	Uso das fichas para organizar o conhecimento	101
3.2.2.2.1	Ficha 1, professor 2: similaridades entre alvo e análogo.....	102
3.2.2.2.2	Ficha 2, professor 2: limitações da analogia	105
3.2.2.2.3	Ficha 3.....	109
3.2.2.3	Análise das analogias utilizadas pelo professor 2, segundo modelo TWA.....	110
3.2.2.4	Classificação das analogias utilizadas pelo professor 2, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)	111
3.2.3	Resultados da avaliação professor 2: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas	112
3.2.4	Entrevista final	115
3.2.5	Síntese professor 2.....	119
3.3	DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 3	119
3.3.1	Entrevista inicial.....	119
3.3.2	Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA.....	123
3.3.2.1	Analogias utilizadas pelo professor 3	125
3.3.2.1.1	Análise das analogias utilizadas pelo professor 3, segundo modelo TWA.	143
3.3.2.1.2	Classificação das analogias utilizadas pelo professor 3, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)	145
3.3.3	Resultados da avaliação professor 3: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas	146
3.3.4	Entrevista final	148
3.3.5	Síntese professor 3.....	151
3.4	DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 4	151
3.4.1	Entrevista inicial.....	151
3.4.2	Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA.....	159
3.4.3	Entrevista final	159
3.4.4	Síntese professor 4.....	162
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	163

REFERÊNCIAS.....	171
APÊNDICES.....	177

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem sua gênese no meu interesse particular pelo ensino de Química. Neste sentido, destaco a minha trajetória em pesquisa iniciada no Curso de Graduação em Química Licenciatura, ao me inserir no Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação, da Universidade Federal de Santa Maria/RS, cadastrado no Diretório de Grupos do CNPq. Essa iniciação à pesquisa, também me forneceu subsídios para a minha iniciação à docência.

Na graduação atuei como bolsista de Iniciação Científica, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul - FAPERGS/RS, durante dois anos, desenvolvendo uma pesquisa sobre a didática dos docentes, no Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – RS.

Mais tarde, atuei como professor de Química em cursinho pré-vestibular. Nesta experiência didática, percebi que a forma e o conteúdo do saber específico eram de natureza instrumental, técnica e enciclopedista. A contextualização, segundo a concepção dos gestores e a ligação desse saber com o mundo e a vida não era necessária, porque havia a necessidade emergente de aprendizagem do saber específico para que o aluno pudesse atingir sua meta de ingressar no ensino superior. As provas, o saber científico e a didática da do ensino da Química deveriam ser direcionadas para esse fim: saber Química pura.

Posteriormente, cursei uma pós-graduação *lato senso* em Educação Científica e Tecnológica, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus Cascavel – PR, investigando os estudos teóricos existentes sobre analogias pela primeira vez. Desenvolvi, juntamente com outros pesquisadores, um levantamento bibliográfico dos trabalhos publicados sobre o assunto em algumas das principais revistas nacionais de ensino de ciências, analisando como este tema estava sendo abordado pelos pesquisadores da área, em especial no ensino de Química. Identifiquei que os trabalhos abordavam o uso de analogias de forma fundamentada teórico-

metodologicamente. No entanto, seu uso no ambiente de sala de aula nem sempre era plausível ou identificável, tomando como parâmetro a atual situação de nossas escolas de educação básica e a forma como se organiza o tempo e espaço escolar no contexto atual.

Dessa forma, algumas questões problema passaram a nortear as minhas preocupações, tendo em vista a minha trajetória de pesquisa e consciência que necessitava me aprofundar muito ainda como pesquisador em ensino de Química.

Nesse sentido, busquei o curso de mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande- MS, por ser uma instituição que tem o ensino de Química como uma preocupação. Porém, com certo receio de vir a sofrer discriminação no futuro, por ser um mestrado profissional, sendo em minha ótica, na época, um mestrado de “segunda linha”.

Porém, ao cursar o mestrado descobri características que provavelmente não encontraria na modalidade acadêmica. A principal foi a exigência que os alunos/pesquisadores conhecessem teorias desenvolvidas por muitos trabalhos já publicados e desenvolvessem sua temática de pesquisa no campo de atuação profissional, em especial na prática de sala de aula, âmago onde se desenvolvem todas as teorias. As dissertações no mestrado profissional se configuram como uma pesquisa aplicada em Educação em Ciências, como destaca Moreira (2004). O mesmo autor difundiu a importância desse tipo de pesquisa em recente palestra realizada no *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 2009, na cidade de Ponta Grossa – PR. Essa preocupação surge exatamente ao ser detectado que a teoria não pode ser dissociada da prática e que, por essa razão, muitas teorias estão à disposição e poucas pesquisas na perspectiva da *práxis*, situação que segundo Moreira, no citado simpósio, 2009, se configura em uma lacuna nas atuais pesquisas da área de Educação em Ciências.

Outro aspecto importante foi que a maioria dos colegas mestrandos tinha muitos anos de prática no ensino médio, o que embasava suas opiniões, contrapondo-se, muitas vezes, às teorias estudadas nas disciplinas do curso. Isso gerou muitas discussões saudáveis com nossos mestres, conferindo uma

troca de saberes constante entre aluno-aluno e professor-aluno do Curso de Mestrado.

No percurso do Mestrado, ficou mais claro o que eu pretendia, e assim, busquei, na pesquisa, respostas às indagações surgidas em minhas primeiras reflexões sobre analogias: É possível desenvolver uma estratégia didática com uso de analogias de forma estruturada no contexto atual do ensino de Química? Que instrumentalização os professores necessitam para utilizar analogias em seu contexto escolar minimizando concepções alternativas¹ dos alunos? Que fatores influenciam a aplicação desse recurso em sala de aula?

Esta problematização fundamentou a decisão de possibilitar aos professores do ensino médio, instrumentos para que possam trabalhar as analogias com uso dos passos do modelo *Teaching With Analogies* - TWA proposto por Glynn (1991) e modificado por Harrison e Treagust (1994), mas os deixando livres para mesclar ou fazer uma bricolagem desse novo conhecimento com seus saberes experienciais.

Essas reflexões instigaram a definição da questão de pesquisa a ser investigada: Como se dá o uso de analogias de forma estruturada no ensino médio, por professores de Química da cidade de Campo Grande - MS, verificando na *práxis* educativa, no espaço da sala de aula, de que forma desenvolvem estratégias didáticas para o uso do recurso das analogias no ensino de Química e que resultados são obtidos no processo de ensino e aprendizagem?

Durante a pesquisa, não houve intenção de responder a todas as questões, mas sim que abstraíssem o debate e que na realidade da sala de aula se gestasse qual a melhor forma possível para que os professores pudessem gerar alternativas de ensino, a partir do modelo TWA modificado. Foi significativo considerar o contexto em que foi aplicado o recurso das analogias. Portanto, a complexidade da situação e sua contextualização são fatores importantes por configurarem e nortear o seu desenvolvimento, e, também, por considerar que o conhecimento não está pronto acabado, mas em

¹ São ideias e modelos criados pelo estudante para explicar fenômenos presentes no seu dia-a-dia. Essas ideias que diferem das teorias e conceitos começam a serem desenvolvidas na infância e são baseadas em observações diárias. Elas existem para os mais diversos fenômenos e são um grande obstáculo no aprendizado dos estudantes, pois, são difíceis de serem mudadas.

construção. Neste sentido, a necessidade de compreender que toda investigação gera um processo de continuidade e ruptura, criando novas continuidades o que define o inacabamento dos resultados, pois estes geram sempre outras problematizações.

A importância do tema se justifica, pois a grande maioria dos humanos raciocina por associação, comparação de algo desconhecido com um conceito que já possui e, portanto, é plausível investigar as formas como podem se desenvolver o uso de analogias como recurso didático que facilite a compreensão dos conceitos científicos pelos alunos, conforme apontado por diversos autores, entre eles: Aragón *et al.* (1999), Duit (1991), Cachapuz (1989) e Nersessian (1992). Em especial, em nossa pesquisa, os conceitos científicos de Química que, de modo geral, são bastante abstratos.

Pesquisamos sobre o uso das analogias, seu conceito e sua ação na construção de conceitos, observando que o processo de formação de conceitos começa sempre pela comparação com algo que de que temos conhecimento ou que imaginamos. Sendo assim, é indiscutível o papel das analogias no processo de construção do conhecimento científico.

No desenvolvimento da pesquisa, participaram professores de Química do ensino médio, que aplicaram em sala de aula o modelo estruturado TWA, por se enquadrar melhor, no tempo que o nosso ensino médio oferece para que os professores desenvolvam todos os conceitos da disciplina de Química, pois de nada adiantaria dispor aos professores algo que não pudesse ser enquadrado em suas necessidades.

Levantamos, também, estudos sobre os critérios de classificação de analogias, que embasaram nosso trabalho para uma posterior análise dos resultados.

Foi significativo o conhecimento dos estudos sobre formação continuada de professores, sendo um ponto importante, pois, de nada adiantaria pesquisar sobre qualquer tema de ensino se os resultados ficassem isolados nas academias sem que os professores da Educação Básica tivessem acesso e se apropriassem dele em sua teoria/prática docente.

Assim, não tive intenção de focar conteúdos específicos e aplicá-los com o papel de executar uma receita sugerida pelo pesquisador com um

conhecimento a partir de uma racionalidade instrumental e técnica apenas, como expressa Schnetzler e Rosa (2003), referindo-se a questão da formação continuada aligeirada, quando,

[...] apresentadas abordagens de ensino ou tratados conteúdos específicos, com o propósito de os professores aplicarem em suas salas as ideias e propostas que a academia considera eficaz. Além de conceber erroneamente a formação continuada, tais ações mantêm o professor atrelado ao papel de 'simples executor e aplicador de receitas' que, na realidade, não dão conta de resolver os complexos problemas da prática pedagógica.

E, ainda, para Mercado (1999, p. 112):

A concepção de que um programa de formação de professores não visa unicamente à aquisição de conhecimentos, mas também ao desenvolvimento do professor quanto ao conhecimento de si próprio e da realidade, implica uma ação prolongada, baseada numa reflexão contínua e coletiva sobre todas as questões que atingem o trabalho pedagógico, concepção de formação como oportunidade de desenvolvimento profissional em suas múltiplas dimensões. A formação continuada não pode ser concebida como um meio de acumulação (cursos, palestras, seminários) de conhecimentos ou técnicas, mas através de um trabalho de reflexão crítica sobre as práticas de (re) construção permanente de uma identidade pessoal e profissional, em interação mútua.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma oficina para que pudéssemos, pesquisador e professores participantes, construir ou reconstruir conhecimentos sobre o conceito de analogias, principais pesquisas acerca do tema e a sua utilização segundo o modelo TWA.

O que consideramos como educação continuada não se resume à oficina, que foi o ponto de partida para o processo que desenvolveu em sala de aula e permitiu a reflexão dos professores e do pesquisador, sobre a prática em sala de aula.

A partir desta oficina os professores desenvolveram de forma individual uma estratégia didática baseada nos pressupostos teórico-metodológicos do modelo TWA modificado, inserido em um conteúdo específico da Química.

Na sequência, essas estratégias foram implementadas em sala de aula, avaliando-se a aprendizagem dos alunos. Para finalizar, realizamos uma entrevista semiestruturada buscando as reflexões dos professores participantes

sobre a implementação de suas estratégias didáticas com o uso de analogias de forma estruturada.

As mudanças educacionais são sempre resultados dos processos de formação dos professores, de como se refletem nas aulas e como utilizam os resultados para melhorar essa prática.

A apresentação deste trabalho contempla, inicialmente, no capítulo referencial teórico as reflexões e levantamentos sobre analogias e formação continuada de professores.

Na metodologia descrevemos como preparamos todo o processo prático da pesquisa, desde a forma metodológica adotada até os instrumentos de coleta de dados aplicados, apresentados aos professores colaboradores da pesquisa e os locais nos quais a pesquisa foi realizada.

No capítulo posterior: resultados; apresentamos como se efetivaram os passos metodológicos, para cada professor participante e o que colhemos neste processo, como foi cada uma das situações e o que foi alcançado dos objetivos da pesquisa.

Nas considerações finais, discutimos os resultados da pesquisa observando suas contribuições para o ensino-aprendizagem de Química e para estudos futuros, buscando colaborar com professores de Química do ensino médio, elucidando alguns fatores do ensino e aprendizagem com uso de analogias estruturadas, que possam vir a ser utilizados por professores de Química.

OBJETIVOS

Considerando as necessidades de pesquisa na área, propusemos para este trabalho os seguintes objetivos:

- Propor e avaliar uma estratégia de formação continuada com professores de química para abordagem de analogias estruturadas em sala de aula de ensino médio da disciplina de química;
- Identificar de que forma os professores utilizaram os conceitos e conhecimentos que adquiriram nos processos de formação;
- Identificar como usaram o recurso da analogia estruturada baseado no modelo TWA, para o ensino de Química;
- Avaliar a efetividade didática das analogias utilizadas de forma estruturada na aprendizagem de conceitos de Química por alunos do ensino médio.

CAPITULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

1 FORMAÇÃO CONTINUADA DE DOCENTES DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA

1.1 CONCEPÇÕES DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Dentro dos parâmetros atuais, é urgente e necessário redimensionar o ensino de graduação em Química, buscando formar químico-educadores que reflitam sobre a sua própria prática, valorizando todos os saberes, priorizando a reflexão como um instrumento de desenvolvimento do pensamento e da ação.

A reflexão é entendida, aqui, como um processo que ocorre antes, durante e após a formação e que engloba o conhecimento promovido na ação, a reflexão na ação e a reflexão sobre a ação, por meio de investigação-ação, e da investigação-formação, valorizando os saberes de que os químicos-educadores são portadores.

De acordo com Nascimento (1995 *apud* MERCADO, 1999, p. 105), **formação continuada é**

A formação recebida por formandos já profissionalizados e com vida ativa, tendo por base a adaptação contínua a mudanças dos conhecimentos, das técnicas e das convicções de trabalho, o melhoramento de suas qualificações profissionais e a sua promoção profissional e social.

Para os docentes em serviço, o processo de formação continuada tem enfrentado vários desafios, decorrentes de filosofias educacionais e da velocidade das mudanças no desenvolvimento das ciências, das tecnologias e da sociedade em geral.

De acordo com Garcia (1996 *apud* MERCADO, 1999, p. 108-109), os princípios da formação continuada de professores constituem um *processo contínuo*, no qual a formação continuada se desenvolve ao longo de toda a carreira docente, desde a formação inicial ao desenvolvimento profissional, sendo uma aprendizagem contínua, cumulativa, em que se troca uma variedade de formatos de aprendizagem; em que ocorre a Integração da formação de professores **aos processos de mudança, inovação e desenvolvimento curricular**, ou seja, a formação e a mudança são pensadas de forma conjunta, estimulando novas aprendizagens, sendo formativa para os agentes que irão desenvolver as reformas na prática; em que haja possibilidade de **conectar os processos de formação com o desenvolvimento organizativo da escola**, exigindo da escola um local favorável para a aprendizagem de seus professores; em que ocorra **integração entre a formação de professores e conteúdo/disciplinas e a formação pedagógica dos professores**, considerando-se o discurso de que aprender a ensinar se realiza por meio de um processo em que conhecimento prático e teórico se integram, considerando para isso a reflexão na e sobre a própria ação; em que haja respeito à **Individualização**, considerando que a aprendizagem é uma atividade com implicações científicas e tecnológicas. Isto supõe que aprender a ensinar não é um processo homogêneo para todos os sujeitos, sendo necessário conhecer as características pessoais, cognitivas, contextuais de cada professor ou do grupo de professores para desenvolver suas próprias capacidades e potencialidades; e finalmente em que se **criem possibilidades para que os professores questionem sua prática**, entendendo os docentes não como consumidores de conhecimentos, mas como sujeitos capacitados para transformar informações em conhecimento e para valorizar o conhecimento desenvolvido por outros.

Rivero e Gallo (2004) evidenciam que, na formação de educadores para a atuação na escola contemporânea, é importante capacitá-los para um trabalho que considere as disciplinas como meio e não como fim do processo educacional. Este projeto educacional deverá ser fundamentado em relações interpessoais, sociais e éticas de respeito às outras pessoas, à diferença e ao meio ambiente, integrando diferentes saberes. Para estes autores,

É importante que o professor capacite-se para a pesquisa e a produção de conhecimentos, transformando e buscando novas metodologias que lhe possibilitem desenvolver um trabalho pedagógico interdisciplinar, trans-disciplinar e não como compartimentos estanques (RIVERO; GALLO, 2004, p.47).

Em nossa prática educativa, observamos que a pesquisa não se encontra no cotidiano do professor. O abismo entre elas é tão grande que ao se depararem com cursos e literaturas que não tragam fórmulas práticas de aplicação para determinados conteúdos, os professores sentem-se frustrados e perdidos. Parece-nos que o processo de tecnificação do ensino da Química faz com que esses profissionais reflitam cada vez menos e se aprofundem cada vez mais na busca de fórmulas, técnicas para aplicação de conteúdos descontextualizados.

Para Mercado (1999, p.133-134), as principais modalidades tradicionais de formação continuada se classificam em **individual** (autoaprendizagem) – quando os professores decidem aprenderem por conta própria os conhecimentos e habilidades que consideram necessários para seu crescimento profissional ou pessoal; a **reciclagem de professores** – que é o professor em atividade profissional, que em determinado momento realiza atividades específicas, em geral, volta à universidade para fazer cursos de diferentes níveis (aperfeiçoamento, especialização, pós-graduação) ou frequenta cursos promovidos pelas próprias secretarias de educação dos estados e participa em eventos ligados à área profissional; os **cursos específicos de Aperfeiçoamento/ Especialização** – ocorrem pela promoção de convênios para a realização desses cursos que são estabelecidos entre Instituições de Ensino Superior e Secretarias de Estado da Educação; e por fim os **encontros de vivência** que têm seus referenciais centrados nos aspectos socioafetivos e visam questionar valores e preconceitos. Mercado (1999) também descreve outras modalidades de formação continuada tais como, cursos e seminários permanentes, formação centrada na escola e em projetos e em cursos sequenciais.

Muitos autores que apontam concepções sobre formação continuada apoiam-se em Demailly (1992). A autora define **formação** como: conjunto de procedimentos de que o homem faz uso para se tornar um ser social. Esses

procedimentos possuem “uma função consciente de transmissão de saberes e de saber-fazer” (DEMAILLY, 1992, p. 142).

Ela divide a formação em duas categorias: formais e informais:

As informais são aquelas que se obtêm pela observação e pela imitação, ou seja, pelo contato entre as pessoas envolvidas em situação escolar. As formais seriam as desligadas das atividades em tempo e espaço (não estão, neste caso, obrigatoriamente ligadas ao momento e ao lugar da necessidade) e, por isso, nem sempre consideram muitos dos conflitos existentes no ensino.

Conforme a autora, no método formal distinguem-se quatro tipos que se diferenciam pelas relações existentes entre formador, professores participantes, poder institucional, saber e prática docente.

A primeira forma é a **universitária** - tem caráter voluntário e está vinculada à valorização das competências e do prestígio do formador, possuindo a finalidade básica de transmissão de saber e de teoria (graduação ou pós-graduação). A segunda, a **escolar**, em oposição à primeira, é de caráter obrigatório e institucional, ou seja, existe um poder legítimo, organizador e exterior ao formador e ao professor. A **contratual**, como terceira modalidade de formação, tem a característica de possibilitar a diferentes parceiros uma relação “de contrato”, na qual se negociam o programa pretendido, o material e a metodologia a ser empregada – é a forma mais comum de oferta de cursos de formação continuada. Por último, a forma **interativo-reflexiva**, que corresponde a uma aprendizagem em situação de trabalho. A ligação das iniciativas da formação com a situação de trabalho realiza-se mediante resolução de problemas reais, nos quais saberes são postos em prática a partir da ajuda mútua entre os professores, paralelamente ao processo de formação.

Nóvoa (1992) reestrutura os quatro modelos de Demailly em apenas dois: modelo estrutural – que engloba a perspectiva universitária e escolar, ou seja, projetos de caráter formal, extensivo, nos quais os programas ou temas são pré-definidos, estão relacionados a problemas reais, e possuem controle institucional de frequência e desempenho; e Modelo Construtivo – que engloba a forma contratual e a forma interativa-reflexiva, ou seja, parte da reflexão interativa e contextualizada, articulando teoria e prática, formadores e

formandos. Implica uma relação em que formadores e formandos são colaboradores, predispostos aos saberes produzidos em ação.

Um programa de formação continuada se desenvolve em uma estrutura de relações bastante complexa. A escolha do melhor modelo ficará condicionada às conjunções dos sujeitos desse campo. Isso significa que um bom modelo para um grupo pode não ser para outro, dependendo das expectativas e desejos dos participantes.

Gatti (2003) diz que a formação continuada de professores consiste numa questão psicossocial, em função da multiplicidade de dimensões que essa formação envolve, quais sejam a especialidade (atualização dos conhecimentos dos professores), didática e pedagógica (desempenho das funções docentes e a prática social contextualizada), pessoal e social (perspectivas da formação pessoal e do autoconhecimento), expressivo-comunicativa (valorização do potencial dos professores, da criatividade e expressividade no processo de ensinar e aprender) e histórico cultural (conhecimento dos aspectos históricos, econômicos, políticos, sociais e culturais, incluindo a história da educação e suas relações contextuais).

Identificar crenças e concepções de ensino, bem como representações do professor, é vital para uma estratégia de transformação da prática docente, pois a identificação do pensamento do professor pode contribuir tanto para a determinação das ações formativas pelos agentes da formação, quanto para a tomada de consciência da necessidade de mudanças pelo próprio professor.

Demo (2000, p. 16) considera que a maioria dos professores “não estão habituados a aprenderem sistematicamente – internalizaram a ideia de que já aprenderam o que tinham para aprender, cumpre-lhes, agora, ‘ensinar’, aprender é problema do aluno”.

Para Mercado (1999, p. 112):

A concepção de que um programa de formação de professores não visa unicamente à aquisição de conhecimentos, mas também ao desenvolvimento do professor quanto ao conhecimento de si próprio e da realidade, implica numa ação prolongada, baseada numa reflexão contínua e coletiva sobre todas as questões que atingem o trabalho pedagógico, concepção de formação como oportunidade de desenvolvimento profissional em suas múltiplas dimensões. A formação continuada não pode ser concebida como um meio de acumulação (cursos, palestras, seminários) de conhecimentos ou

técnicas, mas através de um trabalho de reflexão crítica sobre as práticas de (re) construção permanente de uma identidade pessoal e profissional, em interação mútua.

Neste sentido, "a formação de professores deve ser encarada como um processo permanente, integrado no dia-a-dia dos professores e das escolas. (NÓVOA, 1991 *apud* MERCADO, 1999, p. 110). Para isso, "é necessário estabelecer relações de colaboração entre projetos educativos das escolas e os projetos formativos das instituições de formação de professores". (GARCIA, 1996 *apud* MERCADO, 1999, p. 110).

A formação continuada é considerada, hoje, imprescindível para o professor que está em sala de aula, tanto para atualização de seus conhecimentos na área específica que leciona, quanto para o desenvolvimento de competências e atitudes.

É pertinente destacar que, desde a década de 60, vem sendo explicitada a importância da formação continuada em face das aceleradas mudanças, geradas pelas conquistas da ciência e da tecnologia. Passados quarenta anos, verificamos a atualidade da questão, hoje ainda mais complexa, em função da expansão das tecnologias, computadores e rede, em quase todos os setores da atividade humana, inclusive no educacional.

Nessa tendência, a problemática social cotidiana não está atrelada ao conteúdo escolar, como aponta Libâneo (1994, p. 70): "somente com o domínio dos conhecimentos, habilidades e capacidades mentais podem os alunos organizar, interpretar e reelaborar as suas experiências de vida em função dos interesses de classe".

Para que esse processo tenha resultados, os conhecimentos sistematizados devem ser entrelaçados às experiências socioculturais e ao cotidiano dos envolvidos, o que acarretará a uma melhor aprendizagem e uma qualificação dos conteúdos. A didática nesses procedimentos alinha objetivos, conteúdos e métodos aos alunos com as disciplinas estudadas na escola.

Na didática crítico-social dos conteúdos, o principal objetivo de estudo é o processo de ensino nas suas relações e ligações com a aprendizagem (LIBÂNEO, 1994). A didática está direcionada ao processo de ensinar com as finalidades sociopolíticas e pedagógicas ligadas às condições para a formação do cidadão.

O resultado a se chegar é o de proporcionar aos educandos o pleno desenvolvimento de suas capacidades e habilidades intelectuais, concretizando a transmissão e a assimilação ativa dos conhecimentos, desenvolvendo e formando uma consciência crítica frente às realidades sociais.

A insegurança no emprego de diferentes metodologias no ensino, mais especificamente no ensino de Química, justifica-se na medida em que o professor não teve, em geral, nenhum contato com elas em toda sua formação acadêmica e profissional, ou seja, em seus anos de estudo como aluno do ensino fundamental, médio e de sua graduação esteve acostumado a um único tipo de ensino, o tradicional, bancário e centrado no professor.

A atuação do professor deve ser repensada para se alcançar esse objetivo, o seu pensar deve ser crítico, como Kruger e Lopes (1997, p.177) analisaram:

A minha prática docente permite afirmar que a Química tem sido para a maioria dos estudantes, uma disciplina difícil de ser compreendida, o que a torna maçante e sem atrativos, causando desinteresse por parte dos alunos, que são levados, na maioria das vezes, a decorar conceitos, símbolos e fórmulas, sem que esses tenham significado ou representem um conhecimento para eles.

Acreditamos que uma das soluções é iniciar um processo pela formação continuada destes profissionais da educação em serviço, oferecendo o espaço e as condições necessárias para reflexão e transformação das práticas docentes em Química.

Apropriamo-nos das palavras de Medeiros (2005, p. 23), que denomina com precisão o entendimento da relação formação continuada e processo reflexivo: "reflexões não são conclusivas, estão sempre abertas a mudanças, movimentos, digressões e contradições. O procurar, sem encontrar, é o que permite continuar". Nesse sentido, torna-se inviável, vazia, inconcebível, uma formação continuada sem estar vinculada ao processo reflexivo.

Acreditamos que esses fatores contribuam na transformação de um profissional comprometido, reflexivo, autônomo, competente, sensível, crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo e de se conhecer como indivíduo, ou seja, aberto às mais diversas e diferentes mudanças. Sem a reflexão ampla e crítica dos processos

desenvolvidos com os alunos e de nossa atuação, frente aos desafios da contemporaneidade em Química, estaremos incorrendo, novamente, no erro de desenvolver junto aos alunos um aprendizado de técnica pela técnica.

Nesta pluralidade de concepções da relação aprendizagem-educação-desenvolvimento-química-tecnologia impõe-se como necessário um processo de educação continuada de químico-educadores para que se mantenham sempre atualizados e possam acompanhar os avanços das ciências, das tecnologias e as mudanças complexas que caracterizam a sociedade contemporânea e o ensino de Química.

1.2 ENSINO DE QUÍMICA

Como disciplina, a Química tem recebido inúmeros conceitos, quanto à sua verdadeira função, enquanto Ciência, como aponta Chassot (1993), em uma descrição que traz a questão para o momento atual em nossa sociedade:

A Química, de modo especial, penetra de tal maneira as situações da vida humana em sociedade, que, sem o entendimento dela, tornam-se alienante o trabalho (na agricultura, na fábrica), a prestação de serviços, o consumo dos bens a que temos acesso, desde o armazém de esquina, à padaria, ao supermercado ou à loja sofisticada. (p. 9).

Para Kuenzer (2001), a Química, sendo uma das ciências que vêm construindo um mundo que está em mudança constante, quanto a novas tecnologias, é necessária ao cotidiano. O mecanismo aplicado em sala de aula nesta área tem se embasado em regras, uma superficial abordagem do papel importante que a Química tem provocado e sua própria importância quanto ao ensino, como assinala Maldaner (*apud* LUTFI, 1988, p. 9), em *Cotidiano e Educação em Química*:

Os textos usados, ainda hoje na maioria das escolas, apresentam apenas fórmulas, classificações, regras práticas, nomenclatura, etc. Esta forma de apresentar uma Ciência, pronta e definida, não consegue ensinar esta disciplina.

A pesquisa sobre a “Didática” no ensino de Química traz perguntas que, quando analisadas, produzirão respostas, quanto aos procedimentos de como os conteúdos estão sendo desenvolvidos junto aos alunos. Existem algumas perguntas que muitos estudiosos tentam responder: Por que ensinar Química? Para que estudar Química? Mas, faz-se então outra pergunta: Como estudar Química. Dentre os inúmeros estudiosos, Chassot (1993, p. 41), complementa, “o ensino de Química deve facilitar a leitura do mundo”. É nesse ponto que as analogias entram e fazem a ligação entre os conceitos científicos e o cotidiano do aluno.

A ciência não é algo pronto e acabado, seu entendimento depende da forma de desenvolvimento e do próprio aprender, como comenta Rubem Alves (*apud* CHASSOT, 2000), no livro *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*: “A aprendizagem da ciência é um processo de desenvolvimento progressivo do senso comum, só podemos ensinar e aprender partindo do senso comum que o aprendiz dispõe”. (CHASSOT, 2000, p. 123).

De acordo com minha experiência prática educativa, reiterada por diversas leituras, acredito no modelo construtivista, para o trabalho com professores de Química, por abordar a reflexão interativa e contextualizada, em que teoria e prática se conjugam em um só tempo e no qual formandos e formadores se completam na construção do saber. Este método se apresenta como o modelo mais coerente para nossas propostas educativas, no contexto atual.

1.3 SABERES PARA DOCÊNCIA EM QUÍMICA E AS ANALOGIAS

Conforme Hargreaves (2002, p. 131), “a formação inicial não é mais que o primeiro passo para a formação docente contínua”. Os docentes não podem e não devem acreditar que foram formados para atuar num espaço escolar único e definitivo, por isso, a formação profissional continuada apresenta-se como alternativa de busca pelo aperfeiçoamento e atualização profissional.

Pensando a formação continuada de professores do ensino de Química, um dos pontos fundamentais, em qualquer iniciativa que contemple a introdução de novas estratégias de ensino é o domínio das mesmas. A ocorrência da utilização acrítica de analogias no ensino de Química pode vir a gerar concepções alternativas nos alunos. Os professores quando utilizam as analogias em sua prática docente têm a intenção de melhorar a compreensão do aluno em determinado tema e o fazem justamente por que a abstração dos conteúdos em Química é grande, sendo de difícil visualização para o aluno, tentando cumprir sua função de educar.

Neste sentido, pensar, julgar e argumentar são atividades que resultam da atuação permanente sobre o mundo e da interação dos educandos com seus pares; é o resultado da construção da ação sobre o objeto, de sua transformação. Nesta construção, o educando é o sujeito ativo, em processo permanente de transformação e desenvolvimento.

Entendemos o conhecimento do professor como o conjunto de saberes que é expresso na ação docente, ou seja, na prática, mas que foi ou é a soma do conhecimento científico, filosófico e experiencial.

Conforme Tardif (2000, p. 39):

Essas múltiplas articulações entre a prática docente e os saberes fazem dos professores um grupo social e profissional cuja existência depende, em grande parte, de sua capacidade de dominar, integrar e mobilizar tais saberes enquanto condições para a sua prática.

O mesmo autor classifica-os em: saberes da formação profissional ou saberes pedagógicos, que são o conjunto de saberes, transmitidos pelas instituições de formação de professores, que produzem conhecimentos e procuram incorporá-los à prática do professor. Os saberes pedagógicos apresentam-se com concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa; Saberes disciplinares que emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes isolados ou independentes das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores; Saberes curriculares que correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos escolares. Apresentam-se sob a forma de programas escolares, que os professores devem aprender a aplicar; e os Saberes experienciais que são

aqueles produzidos pelo próprio professor no exercício de suas funções e na prática de sua profissão. Saber-fazer e saber-ser. Para esse autor, o saber experiencial, é o de maior importância.

Em suma, segundo Tardif (2000), o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia, desenvolvendo assim um saber prático, baseado em sua experiência cotidiana com os alunos.

Conforme Gauthier (1998), o saber profissional docente permite que os professores exerçam o seu ofício com muito mais competência. Utiliza os termos repertório (mais específico) e reservatório (mais amplo) do conhecimento. Enfatiza a importância da pesquisa e da reflexão no contexto escolar. Para o autor, não basta conhecer o conteúdo, não basta ter talento, não basta ter bom senso, não basta seguir a sua intuição, não basta ter experiência e não basta ter cultura, estes são ofícios sem saberes.

Em um ofício feito de saberes, o autor acima concebe o ensino como a mobilização de vários saberes que formam uma espécie de reservatório no qual o professor se abastece para responder exigências específicas de sua situação concreta de ensino, que classifica em: Saber disciplinar que corresponde às diversas áreas do conhecimento e aos saberes que se encontram à disposição da sociedade, sob a forma de disciplinas, no âmbito de faculdades e cursos distintos; Saber curricular que são os programas produzidos na maioria das vezes, por funcionários do Estado ou especialistas das diversas disciplinas. O professor deve conhecer o programa, que lhe serve de guia para planejar e avaliar; Saber das ciências da educação que é um saber profissional específico e que não está diretamente relacionado com a ação pedagógica; permeia a maneira de o professor existir profissionalmente; Saber da tradição pedagógica que é o saber das aulas e transparece numa espécie de intervalo da consciência; serve de molde para guiar os comportamentos dos professores. Será adaptado e modificado pelo saber experiencial e, validado ou não pelo saber da ação pedagógica; Saber experiencial, ou seja, aprender por meio de suas próprias experiências quer se trate de um momento único ou repetido infinitas vezes, é pessoal e privado, e,

infelizmente, permanece confinado ao segredo da sala de aula, e o Saber da ação pedagógica que é o saber experiencial, a partir do momento em que se torna público e que é testado, por meio de pesquisas realizadas em sala de aula. É o tipo de saber menos desenvolvido no reservatório de saberes do professor, e é o que poderia contribuir enormemente para o aperfeiçoamento da prática docente.

Em Pimenta (2002), encontramos aspectos da identidade e da formação docente, inicial ou contínua. Como um(a) professor(a) deve(a) sempre estar (re)formando suas práticas pedagógicas, trazemos algumas contribuições da autora:

Constrói-se, uma realidade profissional, também, pelo significado que cada professor, enquanto ator e autor conferem à atividade docente no seu cotidiano a partir de seus valores, de seu modo de situar-se no mundo, de sua história de vida, de suas representações, de seus saberes, de suas angústias e anseios, do sentido que tem em sua vida o ser professor (PIMENTA, 2002, p.19).

Para a autora os saberes da docência se classificam em: Experienciais que é o que o professor produz no seu cotidiano docente, num processo permanente de reflexão sobre sua prática, mediatizada pela de outrem – seus colegas de trabalho, os textos produzidos por outros educadores; Conhecimento – conforme Morin (1993 *apud* PIMENTA, 2002, p. 21): "Conhecimento não se reduz à informação. Conhecer implica trabalhar com as informações classificando-as, analisando-as e contextualizando-as"; e os Saberes pedagógicos que são a especificidade da formação pedagógica; não é refletir sobre o que se **vai fazer**, nem sobre o que se deve fazer, mas sobre o que **se faz**; interrogando e alimentando suas práticas, confrontando-as; produzindo, assim, saberes pedagógicos, na ação.

Partindo dos interesses da comunidade escolar, os trabalhos ou projetos desenvolvidos, deverão integrar as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas e fatores que intervêm sobre a realidade e trabalhar todas as linguagens necessárias para a construção de conhecimentos. Morin (1993, p. 91) enfatiza também que "contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto" bem como o trabalho contextualizado "evoca por

isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, mobilizando competências cognitivas já adquiridas”.

Para Mercado (1999, p. 31):

A quantidade de informações com as quais o cidadão tem que lidar obriga o educador a reavaliar as estratégias pedagógicas em uso, as capacidades esperadas do aluno, o papel do professor e as metodologias de ensino.

Este professor, mediador das informações e motivador no processo de aprendizagem, é alguém comprometido, reflexivo, autônomo, competente, crítico, aberto a mudanças, exigente, sensível, interativo, que reconhece as características individuais do outro.

Ainda em Mercado (1999, p. 10), “a sociedade brasileira vive um eixo de mudanças [...] que afetam diretamente a produção, socialização e exploração do conhecimento e de seus novos espaços, exigindo novas competências”, portanto novas posturas do professor, alterando o seu papel diante do processo de aprendizagem.

O papel do químico-educador também sofre transformações, assim sendo, cabe aos profissionais da educação em Química buscar sua adequação, sua adaptação, seu aprimoramento para desenvolver dentro deste novo paradigma educacional, por meio do trabalho contextualizado, autônomo, crítico e criativo, melhorar as condições do ensino brasileiro.

O professor está diante de modificações na metodologia de ensino, de suas competências e em sua concepção pedagógica, pois passa a ser parceiro de seu aluno na busca e interpretação crítica da informação.

A formação de professores é um tema de pesquisa muito abrangente, englobando vários estudos sobre o saber e o perfil docente – tipo de conhecimento que o professor utiliza em sua prática e a consciência que ele tem disso. O interesse dos pesquisadores volta-se para saber o que predomina na sua prática diária, o que ele aprendeu na universidade ou a experiência adquirida no contato com os alunos, compreender como se desenvolve este tipo de saber e, em que medida o professor tem consciência desse processo; o modo de produção do professor - a forma pela qual o professor constrói o conhecimento pedagógico (e o redimensiona) e como ele transfere isso para o ensino é relevante quando se pretende formar professores em serviço - para a formação continuada. Sabemos da importância desse aprendizado também para a formação inicial, mas

nos limitamos a abordar a formação continuada por ser este o foco de nossa pesquisa (MERCADO, 1999, p. 18).

Reiteramos que, para o professor sem bagagem pedagógica e carente de conhecimento do seu conteúdo específico, o emprego das analogias não se constitui como solução para o ensino, pelo contrário, poderá acelerar e denunciar suas falhas, suas incoerências. O uso de novas ferramentas por si só não traz mudanças na educação, pois as ferramentas didáticas ainda se caracterizam apenas como instrumentos para o processo de ensino e aprendizagem.

É fundamental a necessidade desses profissionais competentes e criativos estarem comprometidos com a construção do conhecimento de seu educando e inseridos no processo político-pedagógico, e que estejam sempre refletindo em sua prática pedagógica, acompanhando e se atualizando constantemente com as tecnologias educacionais e estratégias didático-pedagógicas, visando à formação do sujeito contextualizado e crítico.

Segundo Tardif (2002), o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia, desenvolvendo, assim, um saber prático, baseado em sua experiência cotidiana com os alunos e em sua sensibilidade.

Vale ressaltar que as habilidades e competências diferenciadas por parte da maioria dos professores em exercício, exigidas na sua prática, não foram desenvolvidas em sua formação inicial, nem fazem parte de seu cotidiano ou mesmo do cotidiano da escola. Esta capacidade de propiciar aquisição de conhecimento individual e independente implica um círculo que deve apresentar-se bem mais flexível, desafiando o currículo tradicional e a filosofia educacional predominante.

As mudanças educacionais são sempre resultados dos processos de formação dos professores, de como essas mudanças refletem sobre sua prática nas aulas e como utilizam os resultados para melhorar essa prática.

Professores e alunos têm, em sua maioria, um relacionamento conflituoso, os professores e seus métodos tradicionais de ensino, ministrando disciplinas preocupados com o que ensinam e não com o que os alunos

aprendem. Os alunos cada vez mais desmotivados por seus professores e pela estagnação do ensino perante a dinâmica evolutiva da maneira e dos meios de se comunicar. O ensino passou a ser um dever quase sem sentido, alunos estudam para alcançar a média em provas, professores sabem disso e os alunos também. Esta pesquisa busca colaborar com a melhora da qualidade de ensino instrumentalizando os professores para o uso das analogias de forma sistematizada. Analogias que em sala de aula representam uma porta entre o mundo científico, aprisionado em livros e na mente da maioria dos professores e o mundo em que vivemos. Buscando fazer com que o aluno passeie pelo seu cotidiano enxergando a ciência efetivamente, essa é a proposta quando se usa uma analogia.

1.4 O CONCEITO DE ANALOGIA E O SEU PAPEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1.4.1 O que são analogias

É corriqueiro entre os professores de Química, ao ensinar conceitos considerados difíceis para os alunos ou que não estão sendo nitidamente compreendidos naquele instante, utilizarem exemplos paralelos. Em seguida, reportam-se a algum conceito ou situação fora do tema da aula, mas que tenha algo em comum com o conceito ou situação que está sendo estudado.

As analogias não estão presentes apenas em situações de ensino: elas aparecem a todo instante em nossas conversas, ao tentarmos explicar alguma coisa para outra pessoa, e mesmo em nossos pensamentos, quando tentamos entender algo novo. Por isso, o raciocínio analógico é um importante componente da cognição humana (DAGHER, 1994 *apud* MÓL, 1999).

O conceito de analogia é amplo e utilizado por diferentes autores com significados distintos. Neste trabalho o conceito adotado é o de analogia como uma comparação entre dois conceitos: um já conhecido, que servirá de

referência, chamado análogo e outro que se pretende ensinar e é desconhecido, chamado alvo. (GLYNN *et al.*, 2007).

O interesse de pesquisadores por analogias, no ensino de ciências, deve-se ao fato de que estas auxiliam na compreensão de conceitos científicos, já que aproximam dois conceitos heterogêneos. (FERRAZ, 2006).

Cachapuz (1989) acrescenta a ideia de que as analogias são geralmente muito exploradas nos manuais escolares de ciências por seu caráter estruturante. Esse autor acrescenta, ainda, a ideia de que metáforas e analogias são permeáveis a uma dada cultura, embora, provavelmente, as primeiras mais do que as segundas.

Vamos partir de uma pergunta simples e de vital importância para definição de como utilizaremos as analogias nesta pesquisa; o que é uma analogia?

É necessário esclarecer que os termos analogia, metáfora e modelo são considerados como sinônimos por muitos autores, podendo ser atribuídos a uma analogia qualquer um destes termos. DAGHER (1994) já alertava para importância da distinção entre estes termos, para uma melhor classificação do que são analogias, metáforas e modelos.

Mól (1999) faz essa distinção com muita propriedade e começa esse processo definindo um conceito hierárquico superior que abranja analogias, metáforas e modelos. Esse conceito é a comparação, pois, segundo este autor: “sempre que utilizamos uma analogia ou um modelo, em ciências ou no ensino de ciências, estamos comparando atributos e propriedades do conceito em estudo com atributos e propriedades de algum outro conceito conhecido”. (MÓL, 1999, p. 56). Este autor cria um mapa conceitual das comparações, apresentado na Figura 1.

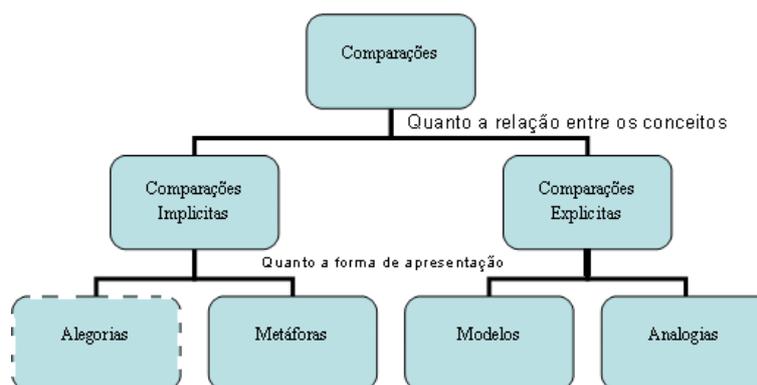


Figura 1 - Mapa conceitual das comparações.

Fonte: MÓL (1999, p. 68).

No gráfico da Figura 1, o autor dá visibilidade à relação entre os conceitos, os quais apresentamos no quadro abaixo, para melhor compreensão dos princípios aí expressos por esse autor.

Quadro 1 - Conceituações de mapa conceitual, segundo MÓL (1999)

“Comparação é o ato de confrontar dois conceitos, com o objetivo de elucidar um conceito em estudo (alvo), através de características semelhantes a outro conceito (domínio)”.
“Comparações implícitas são comparações onde as relações entre os conceitos não são claras”.
“Comparações explícitas são um tipo de comparação em que as relações entre conceitos são enunciadas”.
“Alegorias são comparações implícitas entre conceitos através da representação de qualidades que não coincidem entre eles”.
“Metáforas são comparações implícitas entre conceitos realizadas através de descrições que realçam qualidades que não coincidem”.
“Modelos são comparações explícitas feitas entre um conceito alvo e uma imagem ou objeto que o represente”.
“Analogias são comparações explícitas feitas entre conceitos mediante descrição de suas similaridades”.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da literatura de Mól (1999).

Concordamos com Mól (1999) e tomamos seus conceitos para orientar nosso trabalho sobre analogias.

1.4.2 Analogias e a formação do conhecimento

As analogias e metáforas são um componente central do processo formativo de conhecimento humano. O raciocínio por analogia é parte integrante de nossa cognição e, nessa perspectiva, as analogias são ferramentas do pensamento.

Nessa direção, em sua abordagem histórico-cognitiva, Nersessian (1992 *apud* FRANCO; COLINVAUX, 1998, p. 4) objetiva ultrapassar a limitação das abordagens que focalizam unicamente o papel da indução e dedução na prática científica, uma vez que tais abordagens impossibilitam a compreensão das práticas construtivas concretas envolvidas na produção do conhecimento científico. Nesse sentido, a autora enfatiza o papel de técnicas de abstração, tais como o raciocínio analógico, o raciocínio imagístico, o experimento em pensamento e a análise por casos limites, como ferramentas utilizadas pelos cientistas para construir conhecimento novo.

Franco e Colinvaux (1998) dizem que, de acordo com Nersessian (1992), as analogias não são meramente guias do pensamento para a resolução de problemas que se efetivam por meio de inferências lógicas; ao contrário disso, elas mesmas fazem o trabalho de inferência e geram a solução do problema. Isso está de acordo com o pensamento de filósofos como Campbell (1920 *apud* FRANCO; COLINVAUX, 1998) e Hesse (1966 *apud* FRANCO; COLINVAUX, 1998).

Queiroz (2000) diz que a imagem ortodoxa da ciência não contempla o papel que o raciocínio analógico tem desempenhado na produção do conhecimento científico, muito embora se note sua presença nos depoimentos de muitos cientistas. A valorização do papel das analogias na ciência não colabora com a perspectiva positivista sobre o conhecimento científico, já que essa perspectiva propõe que o conhecimento científico tem origem na observação neutra da natureza e seu avanço se dá pelo acúmulo de dados experimentais e novas observações. A autora também destaca Nersessian (1992), contracenando com as ideias de Kuhn, em que o raciocínio por analogias e a construção de modelos a ele correlacionados merece destaque por mostrar como, no atual momento filosófico, ele pode ser mais bem

compreendido, já que nessa nova imagem de ciência há maior espaço para a imaginação e para o papel dos modelos analógicos heurísticos - geradores de conhecimento novo. Assim, as analogias são “autogeradoras de conhecimento novo”, são ferramentas que fazem parte do nosso pensamento, são ferramentas mentais implícitas.

Sendo ferramentas mentais implícitas, não é surpreendente o fato de que as analogias sejam amplamente empregadas no ensino de uma maneira geral e, mais especificamente, no ensino de ciências (OGBORN; MARTINS, 1996; VENNVILLE; HARRISON; TREAGUST, 1996; WILBERS; DUIT, 2001).

O interesse de pesquisadores por analogias no ensino de ciências deve-se ao fato de que elas auxiliam na compreensão de conceitos científicos, já que aproximam dois conceitos heterogêneos. Porém, para que se torne um recurso efetivo, seu uso deve ser bastante cuidadoso e bem estruturado, pois os estudos na área (CURTIS; REIGELUTH, 1984; CLEMENT, 1998) sugerem que os professores devem possuir um repertório bem preparado de analogias, que deve ser usado em conteúdos específicos e em contextos específicos.

Ainda é importante destacar que Tricárico (1996) aponta para a importância da atualização didática integrada aos conteúdos científicos, permitindo assim uma melhor instrumentação dos docentes para que enfrentem, com maior possibilidade de êxito, a prática cotidiana. Para esse autor, a análise de possíveis estratégias didáticas está diretamente vinculada aos resultados das investigações em Educação em Ciências e, desse modo, faz-se necessário rever os recursos docentes, as atividades, enfim suas ferramentas de ensino, para qualificar melhor a aprendizagem dos alunos. Acrescentamos que, ao rever esses recursos, devemos, conseqüentemente, pensar em propor novas alternativas. Porém, muito mais produtivo do que uma alternativa pensada de cima para baixo (universidade⇒escola; pesquisador⇒professor), é necessário um processo cooperativo em que, pela discussão coletiva, surjam propostas pensadas e construídas coletivamente. Schön (2000) indica a importância da reflexão-na-ação. Quer dizer, o professor age e toma suas decisões com base na avaliação dos problemas colocados pelas interações em sala de aula. Considero exatamente esse o ponto de partida para estabelecer os questionamentos necessários sobre a prática

docente durante a ação de ensino com analogias. Com respaldo em conhecimentos teóricos sobre o tema, deve-se pensar em estratégias conjuntas que sejam justamente produtos dessa interação e desse contexto.

Na última década, a literatura sobre a formação do professor reflexivo tem-se deslocado de uma perspectiva excessivamente centrada nos aspectos metodológicos e curriculares para uma perspectiva que leva em consideração os contextos escolares. As organizações escolares produzem uma cultura interna que lhes é própria e que exprime os valores e as crenças partilhados pelos membros da organização. Não são apenas divulgadoras, mas também produtoras de práticas sociais, de valores, de crenças e de conhecimentos, movidas pelo esforço de procurar novas soluções para os problemas vivenciados. (PIMENTA, 2000, p. 92).

Mais uma vez, destaco a importância do contexto de sala de aula como o principal agente norteador das ações a serem desenvolvidas na pesquisa. Ou seja, os saberes da prática do professor sendo pensados durante e depois de sua atuação, tendo em vista a necessidade de superação das dificuldades experienciadas no cotidiano escolar com o uso de analogias em aulas de Química, tendo a preocupação com a aprendizagem de Química pelos alunos do ensino médio.

1.4.3 As analogias no ensino de ciências

Segundo FERRAZ (2006), é possível classificar três grupos de investigações que tratam do uso de analogias como ferramentas no processo de ensino. O primeiro grupo se refere à avaliação de estratégias didáticas para um uso efetivo de analogias para a construção de conceitos científicos. Sendo que, em alguns casos, os autores utilizam análises de textos didáticos como base para construção de estratégias didáticas para sala de aula. Por exemplo, Glynn *et al.* (2007) desenvolvem o modelo *Teaching with Analogies – TWA*, a partir de uma análise de livros texto de Ciências. Um segundo grupo de trabalhos se refere ao uso de analogias como se apresentam em textos didáticos. Por fim, o terceiro grupo de trabalhos diz respeito ao uso de analogias tal como elas são utilizadas no contexto escolar, ou seja, tal como são utilizadas por professores em sala de aula.

Analogias são ferramentas de linguagem e comunicação utilizadas com frequência para aproximar algo que é do conhecimento comum de um grupo, comunidade, de um conceito não compreendido e que muitas vezes está distante de sua realidade. Com esse sentido de tornar algo de difícil compreensão mais acessível, próximo, as analogias têm uma função instrutiva e social na vida das pessoas.

Ausubel (1980) escreveu que no processo de formação do próprio conhecimento fazemos pontes entre conceitos que já temos e os conceitos que estamos aprendendo e que esse encaixe é fundamental no processo de aprendizagem.

A cada novo conhecimento que nos é apresentado raciocinamos, de forma a, como em um jogo de quebra cabeças, achar o lugar onde esta nova peça irá se encaixar, sem que para isso tenhamos que retirar e ou deletar as peças que já tínhamos.

1.4.4 O uso de analogias em textos didáticos

Glynn *et al.* (1989 *apud* DUIT, 1991) examinam analogias usadas na análise de 43 livros didáticos de ciências da escola básica, média e universitária. A análise realizada por este autor é de natureza interpretativa, ou seja, não é baseada em categorias desenvolvidas formalmente. Analogias mais elaboradas eram relativamente raras, sendo que apareciam em maior quantidade em livros didáticos universitários de física ou em livros científicos de física.

Curtis e Reigeluth (*apud* DUIT, 1991) analisaram analogias usadas em 26 livros didáticos de ciências. Os tópicos dos livros didáticos abordados foram Biologia (10), Ciência geral (6), Química (4), Física (3), Ciência da terra (2) e Geologia (1). Foram encontradas 216 analogias (em média 8,3 por livro). O uso de analogias foi investigado de acordo com algumas categorias, como por exemplo, quanto ao nível de enriquecimento: simples, enriquecida e estendida.

Uma analogia do tipo simples é composta por três partes: o alvo, o análogo e um conectivo como: “é como” ou “pode ser comparado com”. Uma analogia simples pode ser enriquecida pelo estudante pela especificação de

correspondências para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Também, uma analogia enriquecida pode incluir as limitações da relação analógica. A maioria das analogias encontradas nos livros didáticos analisados pelos autores (81%) foi enriquecida com vários níveis de correspondências e limitações. O mais complexo nível de enriquecimento encontrado foi aquele em que várias correspondências de um único análogo eram usadas para ensinar mais de um tópico ou quando vários análogos eram usados para explicar um único tópico. Este nível de enriquecimento foi chamado pelos autores de analogias estendidas.

Os autores ainda propõem que as analogias deveriam incluir correspondências pertinentes entre alvo e análogo e promover a discussão dos limites das relações analógicas. Além disso, recomendam que o análogo deva ser usualmente explicado ou descrito antes da apresentação do novo conteúdo, para garantir que a analogia seja entendida pelos estudantes. Thiele e Treagust (*apud* UTGES, 1999) fazem uma análise crítica do uso de analogias encontradas (em um total de 62, descrevendo conceitos abstratos de Química) em oito livros didáticos de Química. Cada analogia foi inspecionada considerando os seguintes aspectos: (a) o conteúdo do conceito alvo; (b) a extensão do mapeamento feita pelo autor; (c) evidência de explicações do análogo; (d) evidência de estratégias de identificação; (e) se era verbal ou pictórica; (f) a presença de limites de validade ou advertências. Em segundo lugar, fizeram entrevistas semiestruturadas com os autores dos livros didáticos sobre o uso de analogias nos livros didáticos e no ensino. Os autores ressaltam que alguns dos livros analisados no estudo datam de antes das pesquisas em modelos esclarecedores para um uso e classificação mais efetivo de analogias, o que possibilita aos pesquisadores uma caracterização mais sistemática das analogias usadas em textos didáticos. Sendo assim, as implicações dos estudos em questão não estavam atingindo os autores de livros didáticos e editores. Uma série de estilos, incluindo analogias pictóricas, foram identificados, sendo que estas eram, frequentemente, encontradas em posições marginais no texto; os autores argumentavam a necessidade de limitar o conteúdo incluído nos textos, considerando as exigências dos editores. Os autores costumavam se estender mais em analogias verbais. As analogias

foram tidas entre quantidades variadas de mapeamento analógico e explicações análogas. Raramente, foram identificados limites de validade nas analogias encontradas. Os autores se mostraram cautelosos quanto à inclusão de analogias em seus livros, já que estas requerem uma flexibilidade que não pode ser avaliada quando estão sendo impressas. Por isso, os autores argumentam que é melhor usar as analogias como uma estratégia quando os professores percebem que os estudantes não estão compreendendo a explicação original.

No Brasil, poucos são os estudos sobre o uso de analogias Terrazzan *et al.* (2000) realizaram a revisão de analogias em livros didáticos de Biologia, Física e Química. De acordo com a análise das analogias catalogadas, segundo o modelo TWA, foi constatado que, nas apresentações nos livros didáticos, elas não estão sistematizadas e, frequentemente, são utilizadas como um exemplo que ilustra o tópico abordado pelo autor. Ou seja, não existe uma estratégia subjacente para trabalhar com analogias em livros didáticos. As apresentações analógicas mais estruturadas seguem basicamente alguns dos passos propostos no modelo TWA. A maioria dos passos não são contemplados ou são contemplados apenas parcialmente, porque as analogias utilizadas nas coleções didáticas analisadas são muito simples, não configurando a intenção do uso de um modelo mais elaborado.

1.4.5 O uso de analogias por professores em sala de aula.

Tierney (*apud* DUIT, 1991) observou quatro professores de estudos sociais durante 20 aulas. O autor ressalta a maneira limitada que as comparações são realizadas e a ausência de controle a respeito de como os alunos às interpretam, já que pressupõem que os estudantes estavam familiarizados com o domínio análogo e que poderiam usar metáforas, analogias e similares sem qualquer orientação. Treagust *et al.* (*apud* DUIT, 1991) realizaram a observação de aulas de ciências (40 aulas de 8 professores). Os professores, observados, raramente usaram analogias no seu ensino (nas quarenta aulas observadas, somente em oito elas foram detectadas). Quando estes professores usavam analogias, estas não eram

usadas de uma forma elaborada. Os autores detectaram que os professores analisados pareciam não ter um repertório de boas analogias e não estavam seguros com relação ao uso efetivo destas.

Especificamente no ensino de Química Thiele e Treagust (*apud* UTGES, 1999) analisaram o uso de analogias por quatro professores de Química. Cada um destes professores admitia usar analogias para ensinar Química e sabia que o foco da pesquisa era sobre o uso de analogias no ensino de Química. No total, foram observadas 43 aulas, entre os quatro professores, sendo que eles utilizaram 45 analogias. Os autores se detiveram em pesquisar três questões principais: 1) Por que os professores escolheram usar analogias quando estavam ensinando Química. 2) De onde derivavam as analogias utilizadas por estes professores e 3) Como as características das analogias utilizadas variavam de professor para professor. Em relação à primeira questão, os autores destacaram que os docentes utilizavam analogias quando consideravam que os alunos não conseguiam compreender a explicação inicial. Esta observação sugere que a explicação analógica deve ser oferecida com maior frequência para os estudantes com habilidades acadêmicas menores. Em relação à segunda questão, os autores apontam que, normalmente, as analogias utilizadas pelos professores não foram planejadas com anterioridade à aula, ou seja, as analogias são imaginadas de uma forma espontânea na hora de explicação. Apesar da resistência de parte dos professores em documentar analogias em seus diários, houve evidências de que cada professor mantinha mentalmente um repertório de analogias em seu trabalho e que eram recuperadas na hora de estimular os estudantes a responder uma questão. Assim, foi detectado que os professores recorrem à sua própria experiência ou leitura profissional como fonte de analogias. Para responder a terceira questão, ou seja, determinar as características das analogias utilizadas pelos professores os autores determinaram algumas categorias de análise. A primeira era identificar a forma das analogias utilizadas, se eram verbais ou pictóricas. A segunda se refere ao nível de enriquecimento das analogias: simples (quase metáforas), enriquecidas (mapeamento explícito de algum atributo) ou estendidas (mais sistemáticas). A terceira refere-se à explicação do análogo e a quarta aos limites da analogia. O

mapeamento realizado foi variado em intensidade, segundo as circunstâncias, encontrando-se analogias simples (36%), enriquecidas (42%) e estendidas (22%). As analogias apresentadas costumavam ser mais familiares para o professor do que para os alunos, evidenciando problemas de interpretação, o que era pretensamente solucionado pela explicação do análogo. Somente em algumas ocasiões os professores fizeram observações quanto aos limites da analogia (18% das vezes).

Bozelli e Nardi (2006) dizem que a analogia não tem função apenas de esclarecer ou explicar um determinado conceito, mas motivam discussões e permitem que os alunos participem e debatam.

Mais do que um recurso didático as analogias tem um caráter linguístico sempre atual, independente de tempo e lugar, na sua utilização o professor tenta ligar o conceito científico ao conceito popular, na maioria das vezes, já estabelecido no professor e no aluno.

1.4.6 Estratégias didáticas para o uso de analogias

Trabalhos como o de Glynn *et al.* (2007), na área de analogias, apontam que a maior parte dos professores e autores de textos didáticos são inconscientes de que usam analogias, ou seja, eles o fazem automaticamente.

O uso não sistematizado destes recursos didáticos, geralmente pode causar confusões e levar a formação de concepções alternativas nos alunos. A distinção entre o conceito alvo e análogo, exemplos do conceito e as características do conceito se tornam obscuros na cabeça dos estudantes. Assim, a melhor solução seria possibilitar, aos professores e autores, uma estratégia para o uso de analogias, sistematicamente, para explicar conceitos fundamentais de maneira que se tornem significativos para os estudantes.

1.4.6.1 Propostas para utilização de analogias de forma estruturada

O primeiro modelo foi proposto por Zeitoun (1984), denominado Modelo Geral para o Ensino de Analogias (*General Model for Analogy Teaching – GMAT*). Esse modelo tinha uma sequência de nove passos a ser seguida:

- 1 – Elucidar as características dos alunos relacionadas à aprendizagem por analogias;
- 2 – Avaliar o conhecimento anterior dos alunos sobre a fonte;
- 3 – Analisar o material a ser utilizado;
- 4 – Julgar se a analogia a ser utilizada é apropriada;
- 5 – Determinar as características das analogias;
- 6 – Selecionar a estratégia de ensino e o modo de apresentar a analogia;
- 7 – Apresentar a analogia aos alunos;
- 8 – Avaliar os resultados do uso da analogia;
- 9 – Rever as fases deste modelo.

Esse modelo é extremamente minucioso e detalhista na contextualização.

Brown e Clement (1989) propõem o Modelo das Analogias de Aproximação (*Bridging Strategy*). Este modelo sugere situações que os alunos não caracterizam como análogas, embora sejam e segue construindo em conjunto com os alunos uma escada de analogias intermediárias, cada uma delas servindo de base para o anterior.

No mesmo ano, Spiro *et al.* (1989) lançam o Modelo das Analogias Múltiplas, utilizando uma cadeia de analogias interligadas onde uma ajuda a consertar os aspectos negativos da anterior. Sendo mais eficaz do que se fosse usada apenas uma analogia.

Também em 1989 é proposto Cachapuz o Modelo de Ensino Assistido por Analogias.

Esse modelo é dividido em duas estratégias:

ECP – Estratégia centrada no professor usando as analogias como pontes auxiliando assim a assimilação do conceito alvo na estrutura cognitiva do aluno.

ECA – Estratégia centrada no aluno, propondo quatro fases:

- 1 – Apresenta a situação problema/conceito (alvo);
- 2 – Introdução do conceito que pertence ao domínio familiar (análogo);
- 3 – Exploração interativa da correspondência estabelecida;
- 4 – Estabelecimento dos limites da analogia.

Na sequência Glynn (1991) propõem o Modelo de Ensino com Analogias (Teaching With Analogies - TWA). Este modelo conta com seis passos:

- 1 - Introdução do conceito-alvo;
- 2 - Propor uma experiência ou ideia análoga da anterior (lembrar situações conhecidas dos alunos);
- 3 - Identificar os pontos de semelhança do conceito alvo e análogo;
- 4 - Relacionar as semelhanças entre os domínios; alvo e análogo;
- 5 - Esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo;
- 6 - Identificar os aspectos em que a analogia não se aplica;

WONG (1993) apresenta o Modelo das Analogias Produzidas por Alunos, neste modelo, de quatro fases, os alunos são atuantes na construção das analogias, deixando de ser somente receptores:

- 1 – Explicação do fenômeno;
- 2 – Criar as próprias analogias que permitam uma melhor compreensão do fenômeno;
- 3 – Aplicação da analogia ao fenômeno por intermédio da identificação das semelhanças e das diferenças;
- 4 – Participar da discussão para debater a adequação das analogias propostas para a explicação do fenômeno.

Harrison e Treagust (1993) propõem uma versão modificada do Modelo TWA e invertem os últimos dois passos do modelo proposto por Glynn (1991), alegando que somente após reconhecer onde a analogia falha é que se pode partir para as conclusões sobre o conceito alvo. Na sequência deste trabalho daremos um maior enfoque a este modelo.

Nagem, Cavalhaes e Dias (2001) apresentam o Modelo de Ensino com Analogias - MECA, no qual devem ser contemplados nove passos:

- 1 - Definição da área do conhecimento;
- 2 - Assunto;
- 3 - Público;
- 4 - Veículo;
- 5 - Alvo;
- 6 - Descrição da analogia;
- 7 - Semelhanças e diferenças;

8 - Reflexões;

9 - Avaliação.

Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) propõe o Modelo Didático Analógico - MDA, derivado do Modelo de Aprendizagem Cognitivo Consciente Sustentável - MACCS. Esse modelo é composto de quatro momentos:

1 - Momento anedótico;

2 - Momento de conceitualização sobre analogias;

3 - Momento de correlação conceitual;

4 - Momento de metacognição.

Neste breve e resumido histórico de modelos propostos para a aplicação de analogias de forma estruturada, observamos as tentativas de apresentar ao professores de ciências uma forma de utilização deste recurso de maneira a se aproveitar melhor das analogias para o ensino, pois, segundo Auduriz-Bravo e Morales (2002), Angelo e Duarte (1998) e Oliva (2003), as analogias são usadas costumeiramente no processo de ensino e aprendizagem por professores.

É comprovado que grande parte dos professores usam as analogias sem critérios específicos, de forma “espontaneísta”, como aponta Ferraz (2006). Na maioria das vezes os professores não têm conhecimento a cerca de como utilizar as analogias a seu favor e, conseqüentemente, a favor dos alunos e do ensino.

1.4.6.2 O modelo TWA - Ensinando com analogias

Uma das estratégias para evitar que o uso de analogias falhe é a utilização do modelo TWA (*Teaching With Analogies*) (GLYNN *et al.* 2007).

De acordo com os autores, o modelo TWA foi proposto, inicialmente, baseado em análises de livros didáticos de vários níveis escolares. Os autores também fizeram observações em professores exemplares de ciências. A partir das análises das aulas dos professores exemplares (observados em conjunto com as análises dos livros didáticos) revelaram seis operações que idealmente poderiam ser consideradas quando ensinando com analogias:

✓ Introdução do conceito alvo;

- ✓ Sugestão do conceito análogo;
- ✓ Identificação de características relevantes do alvo e análogo;
- ✓ Mapear similaridades;
- ✓ Indicar onde a analogia falha;
- ✓ Esboçar conclusões.

Assim, segundo os autores, os professores poderiam usar este modelo para modificar analogias usadas por autores a fim de ensinar seus estudantes conhecimentos específicos. Isto é importante, pois novos conteúdos se tornarão mais significativos quando fizerem parte do cotidiano dos estudantes. Glynn *et al.* (2007), também afirmam que a ordem na qual estas seis operações são desenvolvidas pode variar, o importante é considerar a realização de todas as operações. Se o professor ou o autor do livro didático desenvolver somente algumas das operações, deixando outras para os estudantes, é possível que o estudante possa falhar na operação ou venha a desenvolvê-la pobremente. O resultado pode ser a formação de concepções alternativas sobre o conceito que está sendo ensinado.

Harrison e Treagust (1994) fazem uma modificação do modelo *Teaching With Analogies* (TWA), originalmente proposto por Glynn em 1991, com o intuito de produzir um modelo sistematizado de ensino para o uso de analogias, o que reduziria a formação de concepções alternativas e intensificaria a compreensão dos estudantes. Os autores reafirmam que enquanto o uso de cada passo é importante, a ordem em que são usados depende do estilo de cada professor, da particularidade de cada conceito científico e do análogo que está sendo usado. Nesta forma modificada, o modelo TWA é apresentado pelos autores da seguinte forma:

Passo 1 - Introduzir o conceito alvo a ser aprendido. Fazer uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada.

Passo 2 - Sugerir aos estudantes a situação análoga. Assim, a sua familiaridade com os estudantes pode ser estimada pela discussão e questionamento.

Passo 3 - Identificar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 4 - Mapear as similaridades entre alvo e análogo. O professor e os alunos identificam as características relevantes do conceito alvo e ligam estas com as características correspondentes do análogo.

Passo 5 - Identificar onde a analogia falha. Observar as concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido e indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência. Apontar isto aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo, a partir da analogia.

Passo 6 - Esboçar conclusões sobre o conceito alvo. Resumir os aspectos importantes do conceito alvo.

Harrison e Treagust (1994) concluem que, para uma instrução efetiva com analogias, esta deve conter três passos ativos, a saber: 1) assegurar que o professor e o aluno visualizem o análogo de forma congruente; 2) desenvolver os atributos de forma plausível de modo a elucidar o conceito alvo e 3) identificar claramente para os alunos os atributos não compartilhados. Os autores propõem, ainda, que o uso sistematizado de analogias para o ensino envolve a incorporação dos seis passos deste modelo, na ordem em que o professor que faz uso de analogias acredite ser melhor, a três fases inter-relacionadas abrangendo **ajuste**, **ação** e **reflexão**. Estas três fases conferem ao professor zelo na aplicação da analogia. Dividem entre o modelo e o professor a responsabilidade por uma aplicação não mecânica de uma formula precisa, pois, não existe esta precisão. O que deve ocorrer é o professor usar esse conhecimento como auxílio no ensino e aprendizagem na sua prática. Não como coadjuvante deste processo, mas como protagonista de sua prática.

1.4.6.3 Critérios de classificação das analogias

Duit (1991) cita o trabalho de Curtis e Reigeluth (1984) em que assinalam as analogias usadas em 26 livros didáticos de ciências, a análise, porém, é quantitativa. Os tópicos dos livros didáticos abordados foram Biologia (10), Ciência geral (6), Química (4), Física (3), Ciência da terra (2) e Geologia (1). Foram encontradas 216 analogias (variando entre 8,3 por livro). O uso de analogias foi investigado de acordo com algumas categorias:

- 1) **Tipo de relação analógica** (estrutural, funcional, estrutural-funcional). Nas relações analógicas estruturais, análogo e alvo apresentam a mesma aparência física geral. Nas relações analógicas funcionais, alvo e análogo apresentam funções similares. E, no terceiro tipo de relação analógica, são combinados os tipos estruturais e funcionais. Nos textos analisados pelos autores, a maioria das relações analógicas foi funcional (70%), enquanto que um número menor foi de relações estruturais (25%) e somente onze (5%) compartilharam as relações estruturais e funcionais.
- 2) **Formato de apresentação da analogia** (verbal, pictórico-verbal). No formato verbal, a analogia é explicada somente em palavras. No formato pictórico-verbal, a analogia apresentada em um formato escrito é reforçada por figuras do análogo, que podem ser tanto um desenho como uma fotografia. Este último tipo de analogia fornece a visualização para os estudantes, enquanto que as analogias verbais requerem que os estudantes produzam suas próprias visualizações. A maioria das analogias encontradas foi do tipo verbal (84%). Somente 34 (16%) combinaram figuras e texto escrito caracterizando as analogias pictórico-verbais.
- 3) **Nível de abstração da analogia** (concreto-concreta, abstrato-abstrata, concreto-abstrata). O conteúdo do análogo e do alvo pode ser categorizado como concreto ou abstrato. Existem três combinações possíveis: concreta/concreta, em que alvo e análogo são de natureza concreta. Abstrata/abstrata, em que alvo e análogo são de natureza abstrata. Concreta/abstrata, em que o análogo é de natureza concreta e o alvo é de natureza abstrata. Conforme era esperado pelos autores, não foi detectado nenhum tipo de analogia abstrato-concreta, posto que o propósito das analogias seja ajudar a explicar conteúdos abstratos ou difíceis, pois, elas promovem uma ponte entre o familiar e o não familiar e entre um conteúdo simples para um complexo ou difícil, a grande maioria das analogias encontradas foram do tipo concretas/abstratas (82%).
- 4) **Posição da analogia no texto** (organizadores avançados, ativador embutido, pós-sintetizador). A posição do análogo em relação ao alvo pode variar. O análogo pode ser apresentado no início da instrução, como um organizador avançado (AUSUBEL, 1969 *apud* CURTIS; REIGELUTH, 1984).

Neste sentido, poderia promover o conhecimento necessário para aprendizagem de um novo conteúdo não familiar. Por outro lado, o análogo pode ser apresentado durante a instrução, em um ponto em que o conteúdo se torne mais abstrato ou difícil para o estudante. Nesta posição, ele atua como um ativador embutido. Finalmente, a analogia pode aparecer no final da instrução de um tópico, atuando como pós-sintetizador da informação precedente.

- 5) **Nível de enriquecimento** (simples, enriquecida, estendida). Uma analogia do tipo simples é composta por três partes: o alvo, o análogo e um conectivo como: “é como” ou “pode ser comparado com”. Uma analogia simples pode ser enriquecida pelo estudante pela especificação de correspondências para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Também, uma analogia enriquecida pode incluir as limitações da relação analógica. A maioria das analogias encontradas nos livros didáticos analisados pelos autores (81%) foram enriquecidas com vários níveis de correspondências e limitações. O mais complexo nível de enriquecimento encontrado foi aquele em que várias correspondências de um único análogo eram usadas para ensinar mais de um tópico ou quando vários análogos eram usados para explicar um único tópico. Este nível de enriquecimento foi chamado pelos autores de analogias estendidas. Os modelos dos três níveis de enriquecimento são apresentados na Figura 2.

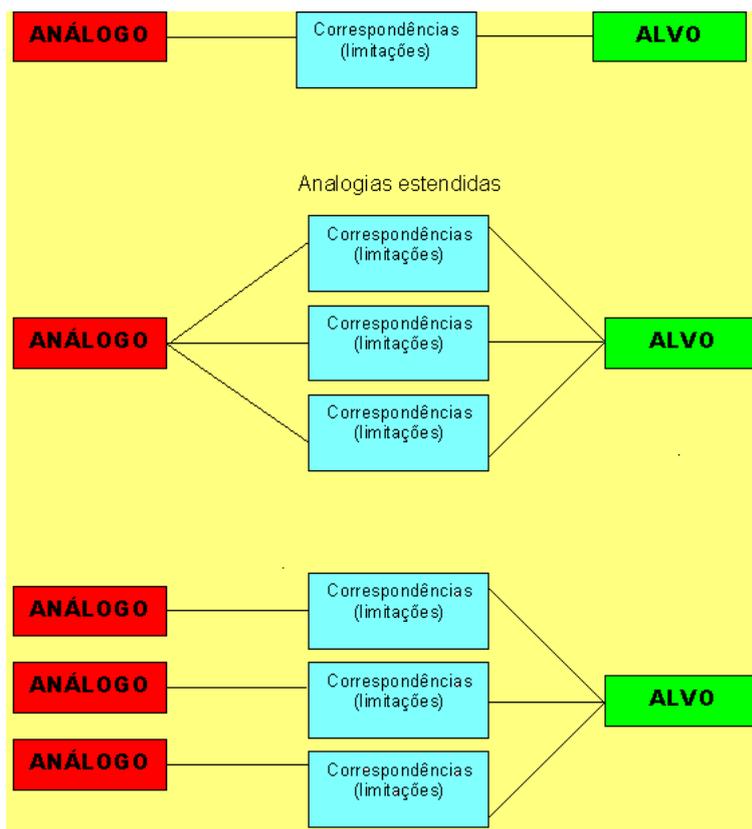


Figura 2 - Modelos dos três níveis de enriquecimento.

Fonte: FERRAZ (2001).

6) Orientações para o uso de analogias: Geralmente é aceito, particularmente pelos autores de livros didáticos, que os estudantes sabem algo sobre o análogo a ser utilizado e sobre a estratégia cognitiva do pensamento analógico. Isto pode ser explicado, pois das 216 analogias, em 106 (49%) os autores de livros didáticos não fizeram nenhuma tentativa em descrever o análogo ou a estratégia cognitiva depois de apresentar o tópico. No entanto, esta pressuposição de que os alunos já conhecem o análogo e a estratégia cognitiva pode ser incorreta. Em casos em que o análogo não é familiar para os alunos, seria melhor explicar ou descrever o análogo. Se o análogo é familiar, mas complexo, seria benéfico revisá-lo antes de usar a analogia. Identificar a analogia expressamente como uma estratégia cognitiva foi outra técnica usada pelos autores de livros didáticos. Neste sentido, esclareciam aos alunos de que uma comparação entre algo não familiar e algo familiar iria ocorrer no intuito de ajudá-los a entender o

conceito não familiar. Em alguns casos, os autores dos livros didáticos explicavam o análogo e também identificavam a estratégia (8% das analogias).

1.5 APRENDIZAGENS SIGNIFICATIVAS: UM OLHAR NO PROCESSO EDUCATIVO EM QUÍMICA

A aprendizagem significativa tem sido muito discutida na área da educação. É consensual ao fazerem referência, em especial, à educação básica, de que preparar para a cidadania requer da escola a formação humana do aluno, tendo-o como permanente aprendiz de conhecimento, de habilidades, valores, atitudes no processo de pensamento e ação na sociedade, por meio de uma aprendizagem significativa.

Isto implica superar a concepção pedagógica tradicional e avançar para uma concepção pedagógica crítica. Para tanto, ensinar conceitos científicos exige, em ensino de Química, na educação básica, estratégias didáticas, instrumentos capazes de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto da disciplina e subcorpos de conhecimento ou o que chamam de matéria de ensino.

Os conhecimentos e seus conceitos podem seguir duas vertentes, como observa Pozo (2000), os fatos e os dados são aprendidos memoristicamente, baseados numa atitude passiva do processo de aprendizagem e num sentido reprodutivo do fenômeno em estudo. Já David Ausubel (*apud* POZO, 2000) apresenta a teoria cognitiva de aprendizagem e, nesta, o conceito básico está colocado na aprendizagem significativa.

Moreira (2009, s/p), ao se referir à aprendizagem, afirma que:

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito), ideia, proposição adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente, 1.2., em conceitos existentes em sua estrutura de conhecimento (onde significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação.

O exposto acima, por Moreira (2009) aponta que os aspectos relevantes da estrutura cognitiva que funcionam como uma âncora para a nova informação, segundo o autor esses elementos são chamados de “subsunçores”. Para Moreira, “o subsunçor é, portanto, um conceito, uma ideia, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de” ancoradouro “a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o sujeito”. (MOREIRA, 1999).

A denominação “ancorar”, para Moreira (2009), como uma primeira ideia ou compreensão do que é uma aprendizagem significativa não dá uma visão da dinâmica do processo de aprender. Para isso é necessária uma interação entre o novo conhecimento e o já existente no qual ambos se modificam.

Assim, o conhecimento prévio do aluno, ou seja, o que o aluno traz de suas vivências e compreensões, serve de ponto de partida para a atribuição de significados à nova informação, desta maneira o conhecimento se modifica e os subsunçores vão interagindo entre si. Isto acontece porque a estrutura cognitiva se reestrutura permanentemente durante a aprendizagem significativa, num processo dinâmico o conhecimento vai sendo construído e a aprendizagem vai se processando.

Na aprendizagem significativa, muitos componentes se agrupam e se movem, nesse processo o novo conhecimento não é aprendido de forma estanque, porque o conhecimento ou fenômeno quando passa a ter significado para o aluno aprendiz. Desse modo, não é possível ignorar as idiossincrasias da significação, ou seja, o componente subjetivo e pessoal com suas referências também sociais, afetivas, culturais. Nesta direção, a aprendizagem sem incorporar o elemento pessoal e subjetivo e sem relação com o conhecimento preexistente é uma aprendizagem mecânica, porque o conhecimento é depositado de forma autoritária na mente do aluno e não interage significativamente com a estrutura cognitiva mental preexistente e, neste sentido, não adquire significado, apenas reproduz o que foi aprendido, e não irá internalizar o conhecimento de forma significativa, não havendo aí relações de significados entre o conhecimento pré-existente e o novo conhecimento.

Para tanto a aprendizagem de conceitos tem seu fundamento na concepção de Pozo (2000), que se caracteriza em assimilar/construir e compreender o material de estudo, incorporando-o a estruturas conceituais de significado que exigem uma mediação ativa e que o aluno tenha uma autonomia e direcionamento para seus desejos e interesses num processo de elaboração pessoal. Isto, segundo Pozo (2000), acontece quando o aluno compreende a informação e a internaliza como algo que consegue traduzir ou dissertar com seus próprios argumentos comunicativos, com uma nova visão do conhecimento, que ultrapassa a visão pré-existente, para uma compreensão mais elaborada cientificamente.

Nesta compreensão, tem-se a clareza do pensamento de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) que afirmam que a aprendizagem significativa é um processo em que se aprende o fenômeno em estudo, ou seja, o produto da informação e do conhecimento novo, tendo como balizador o que o aluno já sabe, incorporando o novo conhecimento por incorporação do conhecimento prévio ou o que denominam de conhecimentos anteriores ou pré-existentes.

Ainda é importante mencionar a teoria de Vygotsky (1982), sobre a dinâmica atividade humana, orientada por dois tipos de impulsos: o reprodutor, vinculado a memória e permite ao homem reproduzir e ou repetir as experiências passadas e cujo caráter está na plasticidade do sistema nervoso, o qual tem a capacidade de memorizar as marcas do que foi vivido e experienciado facilitando a repetição. Entretanto, este autor salienta que esse impulso de conservação não cria nada de novo, mas possibilita as bases para a criação; o segundo impulso é o produtor, que tem a capacidade de o cérebro humano não permanecer nas experiências passadas, mas, a partir delas, fazer combinações, propiciando a criação de algo novo, o que se denomina de natureza criativa, permitindo a sua reelaboração e combinação com as vivências passadas, para formar novas combinações. Esta relação entre ambos os impulsos de atividade dão ao homem capacidade de interconectar ao já existente e criar novas situações envolvendo a criação artística, científica e técnica. Para isso, é necessário compreender que a aprendizagem desperta uma série de processos evolutivos internos capazes de operar quando o aluno está em interação com outros, e que desempenham funções de “estímulos

auxiliares, ou ajuda externa, para possibilitar o processo, e, nesse sentido, o papel do professor no processo de ajudar a mediar o conhecimento prévio no caso desta pesquisa o análogo com o conhecimento científico (alvo).

Nisto se sustenta o conceito de zona de desenvolvimento potencial em relação à aprendizagem significativa que a teoria de Vygotsky (1989) fundamenta, em seus estudos sobre desenvolvimento e aprendizagem, e traz a concepção da “zona de desenvolvimento proximal” na inter-relação combinatória entre o “nível de desenvolvimento real” (funções que já amadureceram e que permite realizar tarefas de forma mais independente, denominado de saberes preexistentes, em combinação com o “nível de desenvolvimento potencial” (funções que ainda estão amadurecendo, mas que necessitam da mediação de outras pessoas, como o professor, podendo chegar à compreensão mais elaborada de novos conhecimentos, num processo de desenvolvimento prospectivo.

Assim, a aprendizagem humana significativa pode ser compreendida como desenvolvimento potencial, que implica o desenvolvimento processual evolutivo por meio de uma aprendizagem dinâmica e ativa, numa relação entre pessoas necessita, portanto, da intermediação entre os saberes prévios dos alunos e sua aprendizagem com novo conhecimento mais elaborado, científicos, técnicos e tecnológicos para melhor compreensão e interação na sociedade atual.

Neste sentido, alguns conceitos de Vygotsky (1992) se aproximam do que Pozo (1998) referencia em sua compreensão: os fatos e conceitos são assimilados pela mediação de processos de aprendizagem que podem ser distintos. Diz que os fatos e dados são aprendidos pela perspectiva da memória de orientação passiva no que diz respeito à aprendizagem, gerando uma aprendizagem literal do material, mas ressalta que a aprendizagem de conceitos tem seu fundamento na aprendizagem significativa e, segundo Pozo (2000), caracteriza-se em assimilar e compreender o material de estudo, incorporando-o a estruturas conceituais de significado que exigem orientação ativa e que o aluno deve ter uma autonomia, direcionando seus desejos e interesses num processo de elaboração pessoal. Isto é, quando segundo Pozo (1998), compreende a informação como algo que consegue traduzir ou

dissertar e criar com seus próprios argumentos comunicativos, com uma nova visão do conhecimento e, portanto mais elaborado e de compreensão científica. Sendo assim, segundo o pensamento de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a aprendizagem significativa é um processo pelo qual se apreende o produto da informação e o conhecimento novo, tendo por base o que o aluno já sabe, incorporando ao novo conhecimento um conhecimento prévio ou outros conhecimentos anteriores.

Nesta direção, para desenvolvimento do estudo do uso de recurso didático com analogias para o ensino e aprendizagem significativa da Química foi importante tomarmos conhecimento das teorias de desenvolvimento e aprendizagem significativa. Essas teorias, nos estudos realizados, demarcaram a aprendizagem de conceitos de Química com analogias, como uma das muitas alternativas existentes que pode ajudar e contribuir com o professor no processo de ensino de seus alunos, mediando o ensino da Química por meio de analogias intermediando o análogo e o alvo, de forma dinâmica e processual.

CAPÍTULO II - ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPOS DE PESQUISA

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa foi a qualitativa que, segundo Ludke e André (1986, p. 11), “tem o ambiente natural, como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento”.

Segundo Triviños (1987), este tipo de abordagem “pesquisa qualitativa” é muito abrangente. André (2000) alerta para os riscos de se continuar empregando este conceito de forma genérica e extensiva, pois se pode chamar de qualitativo qualquer estudo que não envolva números, seja ele bem ou mal feito. Para que isso seja minimizado, existem vários tipos de pesquisa que aparecem associadas a essa abordagem. Nessa pesquisa utilizamos o estudo de caso.

Algumas características ou princípios fundamentais do estudo de caso, são definidos por Ludke e André (1986) dentre os quais, destaco:

Os estudos de caso visam à descoberta. Segundo esse princípio, os pressupostos do quadro teórico inicial são a estrutura básica sobre as quais novos elementos podem emergir durante o estudo; **Os estudos de caso enfatizam a “interpretação em contexto”.** Isto é, o problema e as ações devem ser relacionados à situação específica em que ocorrem; **Os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda.** Esse princípio enfatiza a complexidade natural das situações; **Os estudos de caso revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas.** O pesquisador relata as suas experiências e, a partir delas, os leitores poderão fazer suas próprias generalizações, ou seja, deverão pensar sobre o que da situação relatada poderá contribuir e se aplicar as suas experiências pessoais;

Em relação ao primeiro princípio destacado, acreditamos que o conhecimento não é algo acabado e, dessa forma, está sujeito a constantes reconstruções, em especial no que diz respeito ao conhecimento teórico sobre o campo de analogias, que é bastante recente, principalmente no Brasil. Assim,

torna-se necessária a constante reavaliação, numa reflexão mais aprofundada do que está sendo proposto. O segundo princípio destaca a importância da interpretação em contexto, num processo que se realiza num ambiente natural como é o caso do estudo das analogias estruturadas no ensino de Química no espaço escolar. Portanto, o contexto de sala de aula escolar no nível médio, no qual o professor exerce sua prática, é o princípio reflexivo a partir do qual se procurou os elementos que desencadearam as ações investigativas.

De acordo com o terceiro princípio, a realidade deve ser retratada de forma completa e profunda. É o que se buscou ao delimitarmos este estudo para quatro participantes/sujeitos da pesquisa tendo como pressuposto o aprofundamento do estudo de caso. Por fim, o último princípio, a nosso ver, visa destacar a importância e representatividade do trabalho a ser realizado. Afinal, para que serve e para quem serve a pesquisa a ser realizada? Ao delimitar os sujeitos e os espaços da pesquisa se ganha em qualidade e em profundidade, o que é de extrema importância para a presente investigação. No entanto, as generalizações só poderão existir a partir da reflexão individual da própria prática docente no cotidiano de sala de aula no espaço escolar de atuação dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

2.2 O CONTEXTO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

O contexto de pesquisa foi constituído por quatro escolas de nível médio, sendo três públicas e uma escola privada. Por questão ética a identidade das escolas não será revelada. As escolas foram selecionadas, em seu processo natural, tendo em vista a seleção dos participantes da pesquisa serem atuantes nas referidas escolas como professores de Química.

Os critérios de seleção dos participantes da pesquisa foram:

- Ser professor com formação em licenciatura em Química;
- Ser professor atuante no ensino de Química em escolas de nível médio;
- Participar da oficina de formação continuada sobre analogias bem com utilizar esses conhecimentos em sua prática;

Quatro professores que se enquadraram nestes critérios assumiram o compromisso com o desenvolvimento da pesquisa. Não será revelada a identidade dos professores participantes, também por questão de ética. Para preservar a identidade dos docentes e atender às necessidades de reflexão da pesquisa, optamos por utilizar a denominação dos participantes como: Professor 1, Professor 2, Professor 3 e Professor 4. Os professores assinaram um termo de consentimento livre esclarecido (ANEXO A), autorizando o uso de suas identidades, falas, gravação em áudio das aulas e outros documentos.

2.3 A OFICINA SOBRE AS ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA FORMAÇÃO CONTINUADA

A oficina sobre analogias, como mais um instrumento de coleta de dados e como estratégia de formação continuada sobre o conhecimento do ensino da Química e sua apropriação pelos sujeitos da pesquisa, teve como propósito não apenas adentrar os espaços de sala de aula e descobrir como os professores usam os recursos da analogia para o ensino de Química, mas possibilitar uma formação continuada sob dois aspectos: a) estudar os conhecimentos sobre analogias no ensino de Química; b) desenvolver uma analogia a partir de um determinado conteúdo de Química a ser ensinado no nível médio, para, posteriormente, os professores sujeitos da pesquisa, com formação e embasamento teórico-prático utilizarem os recursos da analogia em sala de aula. Assim, a coleta de dados sobre o objeto de pesquisa, foi muito significativa para a o ensino de Química, pois não se tratava na pesquisa de buscar dados pelo senso comum da ação cotidiana da sala de aula de forma geral, como tem ocorrido em muitas pesquisas já realizadas sobre analogias, mas possibilitar a formação continuada e construir com os participantes da pesquisa reflexões relativas às analogias estruturadas para o ensino de Química e a busca de uma compreensão na aprendizagem do conhecimento químico de forma científica, sem anular as concepções espontâneas ou prévias dos alunos na aprendizagem e, partir delas e com os recursos das analogias

possibilitar a relação entre o conceito científico e o mundo da vida e/ou as concepções do senso comum ao conhecimento científico.

Para tanto, é pertinente destacar que, como pesquisador, compreendi e caracterizei a oficina como interação sistemática e planejada, de curta duração, entre pesquisador e professores sujeitos da pesquisa atuantes na Rede Pública de Ensino e da Rede Particular de Ensino, abordando tema específico da área de atuação do professor no magistério do Ensino Médio na área de Química, e o uso dos recursos das analogias estruturadas.

A oficina é uma combinação de técnica de trabalho em equipe com problematização. Foi um trabalho em cooperação para buscar soluções para problemas comuns a todos os envolvidos e no qual os participantes estiveram realmente interessados. Uma das primeiras características da oficina foi o entrosamento entre os membros do grupo e a liberdade de cada um se deixar envolver de forma sistemática durante o desenvolvimento das atividades.

Não foi considerada, a oficina, como um fazer mecânico e, muito menos, uma atividade meramente de experiências superficiais do uso de analogias para o ensino de Química. Sendo assim, a oficina foi o espaço de reflexão-ação-reflexão, em que o conhecimento químico, técnico e tecnológico seriam o ponto de chegada do processo de formação continuada na ação dos professores sujeitos da pesquisa, para a compreensão crítica do conhecimento da ciência Química, comprometida com a Educação em Química no nível médio, com o uso de estratégias e os recursos de analogias estruturadas como possibilidade para a aprendizagem da ciência Química pelos alunos de nível médio.

Desta forma, foi o processo de formação continuada que, no caso desta pesquisa, não objetivou todo o conhecimento do ensino de Química para o nível médio, mas viabilizar subsídios teóricos sobre analogia (Apêndice A) e, em seguida, exemplificar, construindo com os professores e utilizando o conhecimento de reagente limitante e reagente em excesso (Apêndice B), parte do conteúdo de estequiometria. Para desenvolvermos esta aula, utilizamos o recurso de analogias, exemplificado para os professores que, posteriormente, construíram suas analogias para a compreensão do conhecimento de conteúdos de Química para seus alunos, em sala de aula.

Nesta oficina, proporcionamos um estudo teórico sobre as analogias e a prática de experiência didática com o uso de analogias, conforme o modelo TWA, a partir do conteúdo já mencionado acima e do conhecimento da Ciência Química. Isto possibilitou ao pesquisador conhecer quais conhecimentos os professores tinham sobre o ensino da Química com analogias e, a partir daí, subsidiar os professores com todo o embasamento teórico em relação a conceitos de analogias, entregando aos sujeitos colaboradores da pesquisa um texto construído com recortes de vários pesquisadores do tema analogias (Apêndice C). Isso possibilitou aos docentes aprofundarem o conhecimento do uso deste como recurso para o ensino de Química. Todo este processo foi suficiente para que organizassem sua ação educativa no ensino de Química construindo suas próprias analogias de forma estruturada, visando propiciar melhor aprendizagem dos conhecimentos de Química quando lançam mão do recurso das analogias, em sala de aula.

Assim, aprofundamos com os professores participantes os conhecimentos: analogias, recursos didáticos, modelos de aplicação de analogias, classificação das analogias.

Nesta direção, pontuamos alguns passos, para a operacionalização da oficina, tais como:

- Apresentar o conhecimento sobre a pesquisa e seus objetivos;
- Após ter conhecimento das concepções de analogia dos participantes, por meio de entrevista, e percebendo previamente o que os professores conheciam sobre analogias, foram preparados os subsídios teóricos para sua formação continuada, com base em textos e concepções de analogias estudadas pelo pesquisador e pesquisados;
- Estudar os conceitos e tipos de analogia, a partir de autores como Duit Glynn, Harrison e Treagust, Ferraz, Terrazan, Mol e, a partir destes teóricos, preparamos o material, que cada professor recebeu impresso e por documento eletrônico. (Apêndice C);
- Desenvolver de forma teórico-prática, os recursos de analogias em conteúdos de Química;

- Escolhemos, de acordo com o grupo de professores, o conteúdo e o conhecimento que iriam desenvolver em sala de aula, selecionamos conteúdos comuns aos Planos de Estudo e previstos nas suas escolas de atuação profissional, para a turma em que atuavam nessas escolas.

Nesta oficina, as analogias foram baseadas no modelo TWA com o adendo de que seria importante para os professores na utilização em sala de aula investigar se os alunos conheciam o análogo que seria posto em prática posteriormente. Chamamos esse passo dentro do modelo TWA de passo zero. Esse passo viria antes dos outros para um levantamento de identificação entre o análogo que se vai utilizar e o aluno.

O modelo TWA modificado com a inclusão do passo zero propõe os passos abaixo e são eles que, pela coleta de dados, iremos confrontar com a prática do professor para observarmos quais foram seguidos:

- 0 - Identificação entre análogo e aluno;
- 1 - Introdução do conceito-alvo;
- 2 - Propor uma experiência ou ideia análoga da anterior (lembrar situações conhecidas dos alunos);
- 3 - Identificar os pontos de semelhança do conceito alvo e análogo;
- 4 - Relacionar as semelhanças entre os domínios; alvo e análogo;
- 5 - Esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo;
- 6 - Identificar os aspectos em que a analogia não se aplica.

Após estes estudos de concepções e de exemplos reflexivos de analogias como recurso e pressuposto para uma didática no ensino e aprendizagem em Química, adentramos na aplicabilidade criativa dos professores em sua própria ação educativa no ensino de Química, na sala de aula. Neste caso da pesquisa, a aplicação do uso das analogias foi com as segundas-séries do nível médio, série e turmas que os pesquisados já atuavam na escola.

Para pensar o conteúdo a ser selecionado, houve, primeiramente, a sugestão de cada um escolher do seu Plano de Estudos anual da disciplina de Química e aplicar os recursos das analogias no conceito químico que cada sujeito da pesquisa desejasse, mas, aprofundando a reflexão com os professores, estes ponderaram que seria mais interessante que um conteúdo

fosse escolhido e que o ensino fosse realizado por todos os participantes da pesquisa. Assim, a escolha do conteúdo se deu de forma conjunta entre todos os professores sujeitos da pesquisa e o pesquisador, porém decidiu-se que a construção da estratégia didática da analogia estruturada se daria de forma individual, para posterior organização e aplicação individual pelos professores em sala de aula.

Solicitamos aos professores que fizessem um plano de trabalho para uso de analogias e, se possível, que entregassem uma semana antes da aplicação das analogias de forma estruturada. Foi entregue a cada professor em material impresso e via *e-mail*, o plano de trabalho com o uso de analogias de forma estruturada, referente ao conteúdo que havíamos trabalhado na oficina (Apêndice D).

Procuramos, após a oficina, deixar os professores à vontade, para que pudessem amadurecer esse novo conhecimento. Na oficina foi estabelecido pelos próprios professores, em comum acordo, um conteúdo para que todos desenvolvessem uma aula com as analogias, segundo o modelo TWA modificado. Após esse encontro na oficina os professores não tiveram mais contato entre eles sobre a preparação desta aula. Cada um desenvolveu suas próprias estratégias com uso de analogias dentro do conteúdo de Cinética Química isoladamente. Preferimos que fosse assim por achar que obteríamos uma resposta individual de cada professor sobre a utilização do conhecimento apresentado e trabalhado na oficina, como ocorre na maioria dos cursos de formação continuada oferecidos aos professores, sem que pudessem influenciar uns aos outros, buscando um resultado que condiz com a maioria das situações reais.

2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Optamos por instrumentos de coleta de dados que melhor contribuíssem para a busca qualitativa de resultados, atendendo a questões do estudo e ao problema de pesquisa. Para tanto, utilizamos a entrevista semiestruturada em profundidade, observação e análise documental.

2.4.1 Entrevista semiestruturada

O primeiro passo da pesquisa visou buscar no sujeito pesquisado o seu grau de conhecimento a cerca do tema analogia, pela análise de uma entrevista semiestruturada, gravada, e transcrita.

A entrevista semiestruturada foi a técnica de pesquisa utilizada para a coleta de dados, sendo analisada a posteriori, possibilitando a combinação com a entrevista aberta e permitindo um diálogo com os entrevistados de forma mais flexível e aberta a modificações durante a sua realização, mas que não caracterizou uma conversa despretensiosa, uma vez que há uma intencionalidade de pesquisa, pelo pesquisador, conforme atesta Minayo (1994, p. 57):

Ela não significa uma conversa despretensiosa e neutra, uma vez que se insere como meio de coleta dos fatos relatados pelos atores, enquanto sujeitos-objeto da pesquisa que vivenciam uma determinada realidade que está sendo focalizada. Suas formas de realização podem ser de natureza individual e/ou coletiva.

Segundo Ludke e André (1986), a grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com todos os informantes e sobre os mais variados tópicos. Enquanto outro instrumento tem seu destino selado no momento em que saem das mãos do pesquisador que o elaborou, a entrevista ganhou vida ao se iniciar o diálogo entre o entrevistador/pesquisador e o entrevistado/pesquisado.

No processo de investigação, tanto a elaboração do roteiro como a realização das entrevistas foram feitas pelo pesquisador e foram aplicadas no primeiro semestre de 2008, com os quatro professores/participantes da pesquisa, em uma sequência de questões problematizadas, que foram gravadas e, posteriormente, transcritas fielmente. Os registros transcritos resultaram em um documento impresso, gerando outro documento, que em análise posterior, dos depoimentos dos professores participantes, gerou os resultados que foram descritos, interpretados e discutidos.

Sendo assim, a finalidade da entrevista consistiu no recolhimento de dados de opinião que permitiram não só fornecer pistas para a caracterização do processo em estudo sobre o uso das analogias estruturadas pelos professores de química em sala de aula, mas também conhecer os intervenientes do processo. (ESTRELA, 1994). Ou seja, obtêm-se os dados procurados referentes aos objetivos principais da pesquisa como um todo e também dados referentes aos próprios “protagonistas” da pesquisa.

Estrela (1994) aponta dois princípios orientadores, os quais seguimos para a condução da entrevista: a) evitar, na medida do possível, dirigir totalmente a entrevista; b) não restringir a temática abordada. O que se pode compreender na forma como foram feitas as entrevistas. Essas foram conduzidas por meio de um roteiro elaborado pelo pesquisador e realizadas diretamente por ele, com hora definida entre pesquisador e pesquisados e em local definido pelos professores participantes.

O encontro com cada participante foi descontraído e as conversas/diálogos, lentamente, tornaram-se abertas e de grande contribuição num espaço e tempo suficientes para coletar questões da pesquisa elaboradas no roteiro. Os encontros para a entrevista foram feitos individualmente com cada participante e os dados obtidos foram gravados como já se mencionou anteriormente, pois essa técnica permite contar com todo material fornecido pelo informante. Para Ludke e André (1986), a entrevista semiestruturada é um dos principais meios de coleta de dados na pesquisa qualitativa, porque permite ao mesmo tempo em que valoriza a presença do investigador, fornece todas as perspectivas possíveis para que o participante/informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação. Após a realização da entrevista gravada, esta foi transcrita em forma de documento impresso e digital.

A entrevista inicial subsidiou a organização da oficina sobre analogias estruturadas, necessária à formação continuada para rever os conhecimentos acerca do uso das analogias como uma possibilidade didática na aprendizagem da química pelos alunos do Ensino Médio.

A entrevista final nos forneceu dados relativos à modificação ou não de conceitos e prática dos professores e suas impressões sobre a utilização das

analogias de forma estruturada, induzindo o professor a uma reflexão sobre sua prática.

2.4.2 Análise documental

Neste ponto, salientamos que “a análise documental é uma técnica valiosa de abordagem dos dados qualitativos” (LUDKE; ANDRÉ 1986, p. 38), e busca identificar informações factuais nos documentos, a partir de interesse do pesquisador. Podem ser livros, leis, jornais, **revistas, programas de vídeo, programas de disciplina, cadernos didáticos, fichas, provas e outros** (CAULLEY, *apud* LUDKE; ANDRÉ, 1986). Em nossa investigação, utilizamos o plano de aula, hoje melhor denominado de Plano de Trabalho, com a estratégia didática dentro do modelo TWA estruturado, planejada pelos professores, embora ao serem solicitados os planejamentos os professores diziam não ter, demonstrando até o momento não planejarem suas aulas em forma de documentos.

Utilizamos as fichas preenchidas pelos alunos, nas aulas ministradas pelos professores sujeitos da pesquisa. As fichas são parte do processo do uso e sistematização de analogias e que devem ser preenchidas pelos alunos. São três cada uma com sua finalidade:

- Ficha 1: Nesta ficha os alunos fazem a(s) relação (s) de similaridade (s) entre alvo e análogo;
- Ficha 2: Na ficha dois os alunos identificam quais os pontos entre alvo e análogo que não têm correspondência;
- Ficha 3: Nesta ficha, elabora-se uma síntese conclusiva do conteúdo científico apreendido.

As fichas foram oferecidas prontas e impressas a cada professor que se disponibilizou a usá-las para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Nas fichas, como auxílio para o uso de analogias, observam-se as possibilidades e implicações no processo de aprendizagem dos alunos, do uso de analogias estruturadas. Foi observada pelo pesquisador a prática docente do professor participante da pesquisa na utilização e mediação no ensino com o uso de analogias, segundo o modelo TWA.

Todas as aulas foram gravadas e transcritas tornando-se, assim, um documento analisado nesta pesquisa.

Os professores aplicaram um questionário com questões sobre “cinética química”, isolado ou inserido em uma avaliação mais ampla, para que pudéssemos observar se os alunos haviam entendido os conceitos químicos ensinados fazendo uso de analogias estruturadas (Grupo experimental).

Essa mesma avaliação foi aplicada a uma turma da mesma série da mesma escola que tiveram aulas sobre o mesmo conceito químico, porém sem o uso de analogias (Grupo controle). Isto foi feito para que pudéssemos estabelecer uma comparação entre o ensino com e sem analogias, embora, estatisticamente o grupo controle não possa ser considerado como tal. Esses dados constituíram mais um elemento de reflexão para a pesquisa.

Os grupos controle e experimental foram escolhidos pelos professores, dentre as turmas que tinham um aproveitamento de aprendizagem mais semelhante. Estes grupos pertenciam à mesma escola, mesma série, estudaram o mesmo conteúdo e participaram da mesma avaliação.

Foram comparados os grupos controle e experimental na busca de indícios que apontassem novos estudos, ou seja, analisando se houve diferença relevante entre as turmas e o que contribuiu ou não para essa diferença.

Foi feita a observação em sala de aula sem intervenção das atividades didáticas usadas com a utilização das analogias, e também, a observação das avaliações sobre o conhecimento abordado com a(s) analogia(s) no conteúdo de Química.

2.4.3 Observação

Ao nos inserirmos com mais este instrumento para a coleta de dados, agora no contexto da escola de atuação dos participantes da pesquisa, tomamos uma postura ética, pensando como afirma VIANNA (2007, p. 73) que,

[...] a observação na escola, centrada em sala de aula, caso seja feita segundo os princípios definidos pela sua metodologia, pode gerar elementos que esclarecem o ocorrido, mesmo os que são familiares

ao professor, pela sua atuação diária em sala, e ao pesquisador por suas atividades específicas.

Para tanto, observamos o desenvolvimento das aulas em sala, sem intervenção nas atividades didáticas implementadas com a utilização das analogias, e também a observação das avaliações sobre o conhecimento abordado com a(s) analogia(s) no conteúdo de química.

Neste caso, passamos para o processo de observação, optando pela observação não participante como mais um dos instrumentos de coleta de dados e que foi fundamental e significativa para a pesquisa e seus resultados.

Segundo Ludke e André (1986), a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, a experiência direta é, sem dúvida, uma possibilidade para aprofundar e verificar a ocorrência do fenômeno:

A observação naturalista é feita no ambiente natural, como diz o seu próprio nome, e não procura manipular, modificar ou mesmo limitar o meio ou comportamentos dos participantes. Há observação e registro do que efetivamente ocorre. (VIANNA, 2007, p.48).

Seguimos uma observação direta e seletiva que, segundo VIANNA (2007, p. 83), “é muito útil em pesquisa em sala de aula. Ajuda a focalizar melhor certas questões de maior interesse do pesquisador”, sem deixar de observar de forma mais ampla. Permite também que o observador chegue mais perto da “perspectiva dos sujeitos”.

Assim, mediante autorização prévia das escolas e do (as) professores de Química, foram observadas dez aulas dos quatro professores, todas tendo como conteúdo o conhecimento de Cinética Química, em que implementaram o uso de analogias estruturadas em sala de aula para propiciar a aprendizagem desse conhecimento da Química com alunos do nível médio.

As observações foram realizadas no segundo semestre de 2008, sendo realizadas de forma discreta sem intervenção na dinâmica e no processo didático organizado pelos professores/participantes da pesquisa em relação ao estudo das analogias estruturadas, sendo o objeto da investigação verificar como os participantes após a formação continuada se apropriaram dos

conhecimentos sobre analogia e como utilizavam o recurso da analogia estruturada para a aprendizagem da química por seus alunos em sala de aula

Tínhamos compreensão, segundo Wragg (*apud* VIANNA, 2007, p. 74), que:

O ambiente de sala de aula é influenciado pelo comportamento dos alunos, mas é igualmente influenciado pelo próprio professor, sua formação, seus interesses, sua personalidade, seus conhecimentos e suas predileções, assim como por suas estratégias na solução de diferentes tipos de problemas.

As observações tiveram dois momentos no processo de pesquisa. O primeiro momento foi uma observação assistemática dos professores durante a realização da oficina de formação continuada realizada em 17 de maio de 2008, um sábado, pois, foi este o dia que os professores conseguiram disponibilidade para que pudéssemos nos encontrar todos, para realizar a oficina. Tendo essa atividade, como mais um instrumento de coleta de dados e, portanto, constituiu uma observação realizada no coletivo dos professores participantes da pesquisa. A oficina foi realizada em ambiente fora do contexto de sala de aula da escola e, é claro, sem os alunos de ensino médio.

No segundo momento, a observação foi direta em sala de aula e de forma individual com cada um dos professores participantes da pesquisa realizada no cotidiano da sala de aula, na sua atuação, no ensino de Química com alunos das 2ª séries do Ensino Médio, nas quatro escolas, durante o acontecimento/implementação didática com o uso de analogias estruturadas, de acordo o modelo TWA.

O Quadro 2 contém as observações realizadas em sala de aula dos professores/participantes da pesquisa.

Quadro 2 - Horas aula observadas dos professores e respectivas séries – agosto a dezembro de 2008

COLÉGIOS	INSTITUIÇÃO	PROFESSOR/ PARTICIPANTE DA PESQUISA	Nº DE HORAS AULAS	SÉRIE DO NÍVEL MÉDIO	CONHECIMENTO QUE FOI ENSINADO
Colégio A	Pública	Professor 1	4 horas	2º	Cinética Química
Colégio B	Pública	Professor 2	3 horas	2º	Cinética Química
Colégio C	Particular	Professor 3	2 horas	2º	Cinética Química
Colégio D	Pública	Professor 4	1 hora	2º	Cinética Química

A observação, seguindo Minayo (2001), realizou-se pelo contato direto do pesquisador com o fenômeno observado, obtendo-se conhecimento sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos.

Para Rúdio (1986, p.41), a observação assistemática, chamada de “ocasional”, “não estruturada”, é a que se realiza sem um planejamento pelo pesquisador e sem contornos anteriormente elaborados, pois o planejamento das analogias estruturadas foi realizado pelo professor de química sem a participação do pesquisador, mas subsidiado pelo conhecimento do processo de formação continuada obtido na oficina sobre analogias.

Desta forma, a observação foi escolhida para captar e analisar como o professor de química utiliza as analogias estruturadas no ensino do conhecimento dessa disciplina. Rúdio (1986) orienta que a observação assistemática nas pesquisas científicas prevê que os fenômenos educativos sejam observados com certa imprevisão.

Acreditamos que foi pertinente para a pesquisa e seus objetivos, o pesquisador se inserir na observação em sala de aula, no sentido de aprofundar a análise do objeto pesquisado, autorizado previamente pelos pesquisados a entrar no ambiente natural de trabalho em sala de aula escolar, embora os professores já tivessem conhecimento prévio da realização da observação a ser feita. Entretanto, foi imprescindível a participação do pesquisador na observação de forma externa sem intervenção na atuação do pesquisado e, sendo assim:

A figura do pesquisador é construída num processo que ele controla apenas parcialmente, por ser marcado pelas próprias referências do grupo e interpretado segundo seus padrões culturais específicos. Da mesma forma, a visão sobre o grupo é construída processualmente pelo pesquisador na interação com os sujeitos que o compõem e com as relações que consegue captar. (VIANNA, 2007, p.58)

Por fim, as observações desenvolvidas pelo pesquisador foram definidoras na coleta de dados para as questões de pesquisa da presente investigação.

CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 1

3.1.1 Entrevista inicial

Na primeira pergunta buscamos saber se o Professor 1 conhecia as analogias, se as analogias faziam parte de seu processo cognitivo, onde ele percebia seu uso em sala de aula. Segue o depoimento deste professor:

ENTREVISTADOR: Professor onde tu achas que a gente encontra as analogias?

PROFESSOR: As analogias partem do professor né? Dá abstração do professor em tentar explicar algo e fazer essa analogia no sentido de facilitar. Nos livros a gente encontra algumas, né? Algumas, às vezes, equivocadas ou até... mas de qualquer forma a gente tem esse contato, próprio de criação ou também de se basear em alguns livros também.

ENTREVISTADOR: Equivocadas como?

PROFESSOR: Como aquela do pudim de passas para representar um átomo, né? Representa o átomo maciço, além de que nem parece um pudim!

ENTREVISTADOR: E isso parte dos alunos também?

PROFESSOR: Sim às vezes acontece, deles criarem situações para facilitar o aprendizado deles, colocando algumas analogias que às vezes eu como professor tento corrigir se tiver margem para outras interpretações.

Esse professor demonstrou que percebe o uso de analogias, no contexto de sala de aula e relata que elas provêm do professor e de livros, para explicar e facilitar a aprendizagem. O professor falou também que muitas analogias encontradas em livros são equivocadas, como a analogia do pudim de passas para auxiliar na visualização do modelo atômico de Thomson, o que denota que esse professor detém um possível conhecimento científico deste tema.

Constatamos que, muitas vezes, seus alunos utilizam analogias, sendo que o docente se preocupa quanto a possíveis interpretações errôneas que seus alunos possam estabelecer com o uso das analogias e procura corrigi-los. No entanto, ele não esclareceu como faz essa mediação, já que isso também não foi questionado durante a entrevista.

Na segunda pergunta ele demonstrou novamente esse conhecimento dizendo que corrige os alunos para que as analogias criadas por eles não se sobreponham ao conhecimento científico.

Na pergunta a seguir, o professor foi questionado para que pudéssemos saber se ele usa analogias em sua prática. Exemplificando onde ele as utiliza.

ENTREVISTADOR: E tu usas analogias nas tuas aulas?

PROFESSOR: Sim, sim, sim, uso. Faço uso sim, só que procuro deixar claro pro aluno de que há uma limitação, né? De que se ele colocar na prova analogia, né?

A analogia é apenas uma forma de tentar ajudar a ele interpretar o fenômeno, né? E não como uma justificativa.

ENTREVISTADOR: Tu lembra de algum conceito que tu mais utilizes analogias?

PROFESSOR: Por exemplo, na cinética, o catalisador, não tem como fugir, né? Facilita para o aluno fazer a analogia do uso do catalisador.

ENTREVISTADOR: E como seria essa analogia do catalisador?

PROFESSOR: Do catalisador? Seria de que o catalisador conseguiria unir os reagentes, facilitar o encontro entre os reagentes. Aí a gente acaba colocando a situação de que o menino que conhece X e Y, a menina Y e o menino X aí ele tem a ideia de facilitar a aproximação dos dois, de os dois entrarem em contato, sendo que se ele não existisse no meio seria difícil a aproximação de X e Y. Seria uma coisa assim.

O professor falou em limitação da utilização da analogia pelo aluno, e esse limite é a avaliação, “na prova não é permitido”. No entanto, para que o aluno consiga utilizar somente o alvo na sua explicação final, existem algumas medidas que o professor precisa adotar durante o processo de ensino. Ele deve estabelecer os limites de validade entre alvo e análogo mostrando que a analogia é um paralelo traçado para facilitar a compreensão do conteúdo científico. Posteriormente, deve ser esclarecido que análogo apresenta apenas algumas similaridades com o alvo.

Na sequência, o professor demonstrou saber que analogia é um recurso que possibilita ensinar de maneira satisfatória um conceito, mas pareceu não conhecer modelos teóricos de utilização desse conhecimento empírico, de sua prática e mencionou que não pode ser usada na prova, deixando a imagem de que a analogia pode levar o aluno a um conflito, se tiver sido apresentada em sala de aula. Exemplificou com uma analogia verbal que utiliza em sala de aula. Uma analogia que compara semelhanças funcionais, pois, tanto o catalisador como o amigo facilitam ou otimizam o tempo em que o menino e a menina levam para se encontrar, no caso do catalisador para que os reagentes apresentem reação.

O professor utiliza analogias para auxiliar sua prática, em consequência os alunos são sujeitos deste professor e seu conhecimento resulta deste processo de ensino. Para verificar se o professor acredita que o uso de analogias contribui para a aprendizagem dos alunos, questionamos:

ENTREVISTADOR: E tu acreditas que ela também contribui para a aprendizagem dos alunos?

PROFESSOR: Sim, sim, sim. Acredito sim que ela contribua na visualização sim.

ENTREVISTADOR: Você já notou na hora de uma avaliação, se o aluno não gravou o conteúdo científico, mas lembra da analogia, ao invés de responder com o conceito científico ele põe na prova uma analogia, direto, em detrimento do conteúdo científico?

PROFESSOR: Agora, agora... Às vezes a gente usa né? Genérico, situações genéricas de usa A, B, X, Y, de dobrar, mas aí eu acho que não seria uma analogia, né?

Às vezes, a gente verifica isso não na prova, avaliações formais, mas no diálogo do aluno, né?

- Ah é a mesma coisa que isso!

Aí eu procuro alertar que essa é analogia que você tá falando não é o que realmente acontece na teoria. Mas nas avaliações formais eu não me lembro agora!

Na primeira pergunta, acima, o professor respondeu que acredita que as analogias contribuam para que o aluno visualize melhor o conteúdo em que está sendo usada. Porém, não responde objetivamente se contribui ou não na aprendizagem, interpreto que sim.

O professor disse que se recorda de ter observado alunos utilizando analogias para explicar conteúdos científicos nos diálogos em sala de aula,

porém, alertou que as analogias ditas pelos alunos não ocorrem na teoria, no conceito, na química. É importante observar que o professor se preocupa em esclarecer que a analogia não é o conhecimento científico, mas não trabalhou as semelhanças entre as analogias mencionadas pelos alunos para esclarecer o conceito.

As próximas perguntas, feitas estrategicamente no final da entrevista, são para que tivéssemos noção do que o professor sabe cientificamente sobre o uso das analogias no ensino de Química e sua forma de utilização.

ENTREVISTADOR: O que são as analogias pra ti? Um conceito? Tu terias um conceito?

PROFESSOR: Conceito de analogia?

ENTREVISTADOR: É dentro do conhecimento que tu tens a cerca de...

PROFESSOR: Eu acho que analogias vêm da palavra análogo, eu acho que na prática do termo analogia para nós professores é que... de ajudar, de facilitar a visualização daquilo que não é explicado de forma científica. Se vem, vem... para substituir o discurso científico... Analogia... Então é uma forma de substituir o discurso científico.

ENTREVISTADOR: E como tu elaboras prepara a analogia, como tu pensas, formula ela?

PROFESSOR: Primeiro a gente vai trabalhar com o conceito, e se nesse conceito o aluno vai ter uma dificuldade a gente fala no conceito e depois posteriormente entra com uma analogia no sentido de facilitar o entendimento. Tenta traduzir o que é científico para esta analogia, né! Que é algo prático dele ali, associa com fenômenos práticos ali, para facilitar um pouco. Essa é a ideia.

O professor disse que as analogias vêm para substituir o discurso científico, porém, sabemos que o conhecimento científico nunca pode ser substituído no ensino, podemos apenas usar recursos para que esse conhecimento seja compreendido mais claramente, com mais interesse e entusiasmo.

O professor não conceituou analogia, mas disse acreditar que ajuda e facilita sua prática e a aprendizagem do aluno.

Questionado sobre de que forma ele elabora as analogias o professor não mencionou um planejamento e indicou que, se o aluno não compreender o conceito por meio de uma aula tradicional expositiva, ele utiliza analogias para facilitar a aprendizagem do aluno.

Ou seja, o professor não planeja as analogias e não menciona qualquer tipo de estruturação ou sistematização na sua utilização, evidenciando que as utiliza de forma espontânea, sempre que os alunos não conseguem compreender os conceitos químicos, o que demonstra que as considera importantes no processo de ensino.

3.1.2 Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA

O Professor 1 ministrou suas aulas em três turmas do segundo ano do ensino médio. Em duas turmas ele utilizou analogias para explicar o conteúdo de Cinética Química e em outra ele não utilizou analogias para ensinar o mesmo conceito.

3.1.2.1 Analogias utilizadas pelo professor 1 - Turma 1

No Quadro 3 apresentamos as analogias utilizadas pelo Professor 1 com a turma 1.

Quadro 3 - Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1

	ALVO	ANÁLOGO
1	Temperatura na reação	Temperatura - frio em uma festa
		Temperatura - calor em uma festa
2	Pressão no sistema	Pressão na festa
3	Quantidade de reagentes e produtos	Quantidade de meninos e meninas
4	Energia de ativação	Obstáculo que temos que pular
5	Catalisador	Amigo que apresenta o casal
6	Inibidor	Menino que tenta afastar o casal

O professor utilizou seis analogias como recurso didático para auxiliar a explicação do conteúdo. Na maioria delas, usou como pano de fundo uma festa na qual inseriu suas analogias, não utilizou material didático ou a lousa.

Pudemos notar, em vários dos análogos utilizados, que o professor usa pessoas como análogo de reagentes, produtos, catalisadores. Estes análogos podem gerar nos alunos a formação de obstáculos epistemológicos, nesse

caso animistas². Essas distorções podem provocar problemas de aprendizagem, de tal modo que os alunos são levados a pensar nos reagentes, produtos e catalisadores como “pequenos seres” dotados de características vivas, criando dificuldades para o entendimento do significado científico destes conceitos químicos. A esse respeito, Bachelard (1996, p. 27) afirma que, “com a ideia de substância e com a ideia de vida, ambas entendidas de modo ingênuo, introduzem-se nas ciências físicas inúmeras valorizações que prejudicam os verdadeiros valores do pensamento científico”. Corroborando esse pensamento é que surgiram e ainda surgem modelos para a utilização das analogias tornando seu uso mais seguro, diminuindo a probabilidade de que se formem obstáculos epistemológicos.

O professor não perguntou aos alunos se o análogo que ele estava utilizando foi compreendido por todos, não contemplando o passo zero para nenhuma das seis analogias. Neste ponto, ocorreu um equívoco comum na aplicação das analogias, pois, o professor visualiza aquilo que fala, porém não sabe se isso também é parte do mundo do aluno, como ele alcança facilmente aquele raciocínio acredita que o aluno também o alcance, o que muitas vezes não ocorre.

O ponto de partida são as imagens e as ideias que o professor tem em sua mente, como se todos tivessem a mesma ideia e conseguissem fazer a mesma correlação. No entanto, muitas vezes, alguns alunos podem não alcançar o mesmo raciocínio por não terem em seu repertório as mesmas experiências do professor, por motivos diversos que vão desde aspirações e interesses até meios e lugares distintos de vivência. Entretanto, o professor, provavelmente, considerou o seu conhecimento sobre os contextos vivenciados pelos alunos ao propor a analogia, pois, os alunos conheciam os análogos inseridos na aula.

Observando a primeira analogia, o professor fala:

Agora pensa lá no bairro de vocês, pensa na situação de uma reunião, uma festa, com a temperatura elevada e com a temperatura

² Bachelard (1996), em seu livro *A formação do espírito científico*, afirma que o obstáculo animista caracteriza-se por privilegiar o corpo humano e os fenômenos vitais, outorgando-lhes um valor superior na hierarquia fenomenológica, fazendo a vida transcender ao domínio que lhe é próprio.

baixa. Com a temperatura elevada as pessoas ficam... mais agitadas né?

Já com a temperatura baixa ficam mais contraídas, se tiver frio as pessoas não querem nem sair de casa.

Pô! É claro que eu vou chamar a atenção para vocês que a festa na temperatura alta, na festa as pessoas ficam mais agitadas, essa analogia eu quero falar para vocês.

E que com maior a temperatura mais choque, mais colisões entre as moléculas vão ocorrer. Tudo bem? Temperatura.

A analogia acima é feita após a explicação científica de que a temperatura aumenta a velocidade das reações. O professor falou para os alunos que está utilizando uma analogia, mas não explicou o que é uma analogia.

Em seguida, o professor falou aos alunos sobre superfície de contato, do seguinte modo:

O outro fator é superfície de contato, tudo bem?

Esse é comum, se a gente for fazer um churrasco, a gente pega o álcool e o carvão, e quanto menor os pedaços de carvão mais rápido o fogo pega. Tudo bem?

Superfície de contato também é um fator que interfere na velocidade da reação, não é uma analogia e sim um exemplo, ok?

O professor deu um exemplo no qual notamos o fator superfície de contato aumentando a velocidade de uma reação, ao final ratificou que aquilo que havia falado, é um exemplo e não uma analogia. Novamente não explicitou ao aluno o que é analogia, embora fosse um bom momento para isso, e apresentou mais um conceito ao aluno que é o de exemplo. É importante explicitar ao aluno o que é uma analogia, tornando-o ciente da linguagem que o professor está utilizando no diálogo de ensino-aprendizagem.

A segunda analogia, citada abaixo, trata do fator pressão e, após o professor ter explicado como a pressão interfere na velocidade de reação ele apresentou uma analogia.

Agora vamos pensar mais uma analogia, da festa, na situação hipotética da festa, vamos supor que a gente de uma maior pressão na festa, na situação da festa então o que vai ter de mais com aumento da pressão?

Vão ter mais colisões, né? Maior velocidade.

Esta analogia mostra-se, em nossa ótica, espontânea, parece ter sido criada no momento, pois, não explica como se dará “uma pressão na festa” e, no momento em que foi colocada, não conseguimos imaginar como seria desenvolvida essa situação.

Um pouco antes de citar essa analogia, o professor correlacionou o fator pressão com a pressão em gases falando: “... Principalmente para gases. Gases submetidos à elevada pressão...” lembrando a teoria dos gases. Os alunos podem ter imaginado como pressão na festa algo como o embolo vindo do teto da festa, aumentando a pressão do ambiente, como é o tradicional exemplo da compressibilidade e conseqüente aumento da pressão dos gases em livros de química do ensino médio.

Na terceira analogia o professor relacionou concentração dos reagentes com meninos e meninas na festa.

Uma analogia que a gente pode fazer aqui para facilitar, usando o mesmo exemplo hipotético da festinha é tendo os meninos e as meninas como nossos reagentes, então quanto mais meninas e mais meninos tiver na festinha maior a reação, vamos pensar assim. Tudo bem?

Então a velocidade é diretamente a proporcional a concentração de reagentes.

O professor falou em meninos e meninas como reagentes e quanto maior a quantidade de meninos e meninas no local, maior a concentração. Porém, não mencionou que isso aumenta a formação de produto.

Outro fator trabalhado pelo professor com analogias foi à explicação da energia de ativação.

[...] e aqui fica a energia de ativação, então aqui eu vou fazer outra analogia, isso é como se fosse um obstáculo quanto maior o obstáculo mais difícil de ocorrer uma reação, quanto menor o obstáculo mais fácil de ocorrer, o nosso obstáculo é a energia de ativação, tudo bem? Tudo bem?

Esta quarta analogia não está no contexto da festa até agora explorada pelo professor para inserir analogias.

Na continuidade, e envolvendo a energia de ativação, o professor apresentou a quinta analogia e no conjunto da explicação o professor esclarece o uso de catalisador para aumentar a velocidade da reação e se reinsere novamente no contexto das analogias que ocorrem na festa.

Então aqui ó, na presença de um catalisador, nós conseguimos que esse obstáculo seja menor, porém na presença do catalisador, pensando o que é o catalisador?

Bom nós podemos fazer a mesma analogia da nossa festa, então vocês estavam em uma festa, M e R só que o R não conhecia a M, e eles são os nossos regentes só que a M era muito tímida, eis que surge... Deixa eu ver quem é que surge! O T !

ALUNOS: Risos!!

E o T conhece o R e a M, existe afinidade entre os dois, eles trocam uns olhares e tal, ele o catalisador T vai aproximar os dois.

Então o catalisador é utilizado em reações químicas justamente para que?

Para aumentar a velocidade da reação.

Dúvidas aqui? Não?

A sexta analogia explica os inibidores de reação que diminuem a velocidade das reações.

É como se tivesse lá o S! Ele não quer a aproximação entre a M e o R.

ALUNOS: Risos!!

É o S fica ali empatando a coisa!

Tudo Bem?

Esta foi à última analogia usada pelo professor. Após esta última fala, encerrou o assunto e iniciou a resolução de exercícios sobre outro tema.

Na oficina desenvolvida, o professor teve acesso à teoria e também participou na prática de uma aplicação de analogia. Em todas as analogias feitas ele não dialogou para buscar no aluno a resposta inicial, se os alunos tinham ou não em suas pré-concepções o análogo que iria utilizar. Esse ponto é fundamental e, por mais comum e corriqueiro que seja o análogo proposto, algumas vezes, o aluno pode não conseguir visualizá-lo.

O professor usou analogias para explicar a maioria dos fatores que interferem na velocidade das reações. Em todas que propôs, iniciou com o

conceito alvo, contemplando o passo 1. Na sequência, usou um análogo para explicar o conceito anterior, executando assim o passo 2. Porém, não desenvolveu mais nenhum dos outros quatro passos restantes, assim, não foram evidenciadas modificações em sua prática, após a oficina sobre a utilização de analogias estruturadas como recurso didático para o ensino de Química.

3.1.2.1.1 Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1, segundo o modelo TWA

No Quadro 4 apresentamos as analogias utilizadas pelo Professor 1, na turma 1, segundo o modelo TWA.

Quadro 4 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 1, turma 1

Continua

PASSOS ATIVOS	PASSOS DO MODELO TWA	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Ajuste	0. Levantamento da familiaridade entre análogo e aluno	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado
		6 ^a	Não contemplado
	1. Introdução do conceito alvo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
	2. Sugestão do conceito análogo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
2. Ação	3. Identificação de características relevantes do alvo e análogo	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado

Conclusão

	4. Mapear similaridades	6ª	Não contemplado
		1ª	Não contemplado
		2ª	Não contemplado
		3ª	Não contemplado
		4ª	Não contemplado
		5ª	Não contemplado
	5 Indicar onde a analogia falha	6ª	Não contemplado
		1ª	Não contemplado
		2ª	Não contemplado
		3ª	Não contemplado
		4ª	Não contemplado
		5ª	Não contemplado
3. Reflexão	6. Esboçar conclusões	6ª	Não contemplado
		1ª	Não contemplado
		2ª	Não contemplado
		3ª	Não contemplado
		4ª	Não contemplado
		5ª	Não contemplado

Essa primeira aplicação do Professor 1 é um exemplo de uso de analogias de forma espontânea, usando somente análogo e alvo, a relação analógica. Nela, não são discutidas a limitação e as considerações acerca do tema e das analogias.

3.1.2.1.2 Classificação das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 1, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)

No Quadro 5 apresentamos as analogias utilizadas pelo Professor 1, na turma 1, segundo os critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984).

Quadro 5 - Classificação das analogias utilizadas professor 1, turma 1

Continua

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Tipo de Relação Analógica	1ª	Funcional
	2ª	Funcional
	3ª	Funcional
	4ª	Funcional
	5ª	Funcional
	6ª	Funcional
2. Formato de Apresentação da Analogia	1ª	Verbal

Conclusão

	2 ^a	Verbal
	3 ^a	Verbal
	4 ^a	Verbal
	5 ^a	Verbal
	6 ^a	Verbal
3. Nível de Abstração da Analogia	1 ^a	Concreto-abstrata
	2 ^a	Concreto-abstrata
	3 ^a	Concreto-abstrata
	4 ^a	Concreto-abstrata
	5 ^a	Concreto-abstrata
	6 ^a	Concreto-abstrata
4. Posição da Analogia	1 ^a	Organizador Avançado
	2 ^a	Organizador Avançado
	3 ^a	Organizador Avançado
	4 ^a	Organizador Avançado
	5 ^a	Organizador Avançado
	6 ^a	Organizador Avançado
5. Nível de Enriquecimento	1 ^a	Simple
	2 ^a	Simple
	3 ^a	Simple
	4 ^a	Simple
	5 ^a	Simple
	6 ^a	Simple

Todas as analogias utilizadas por ele, nesta primeira aula, foram simples, usando apenas comparação simples e verbal entre alvo e análogo, sem trabalhar com o aluno a relevância do análogo, similaridades, limitação e reflexão sobre o conteúdo trabalhado com analogias.

3.1.2.2 Analogias utilizadas pelo professor 1 – Turma 2

No Quadro 6 apresentamos as cinco analogias que o professor utilizou na segunda turma.

Quadro 6 - Analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2

	ALVO	ANÁLOGO
1	Temperatura na reação	Temperatura - frio em uma festa Temperatura - calor em uma festa
2	Pressão no sistema	Pressão na sala de aula – mais pessoas na sala de aula
3	Energia de Ativação	Obstáculo que temos que pular
4	Catalisador	Amigo que apresenta o casal
5	Inibidor	Menino que tenta afastar o casal

Nesta segunda turma, o professor começou com as mesmas analogias da turma anterior, porém, abordando de uma forma mais clara e fazendo relação com a realidade do aluno.

PROFESSOR: Vamos pensar a temperatura, e vamos pensar em uma festinha, qual festinha vai ser mais agitada uma com temperatura alta ou uma com temperatura baixa, é na prática né semana passada a gente passou aí por um frio, que estava uns 24 graus que ninguém quer sair de casa, voltando à festinha em que a temperatura é elevada, pensando em gás quanto maior a temperatura maior a movimentação, energia cinética, maior energia de movimento, se tem maior energia cinética o que vai ter maior também? Maior choque, maior frequência de colisão, e maior a probabilidade de formação de produto e maior a velocidade.

O professor apresentou várias informações ao mesmo tempo, no trecho acima ele falou em:

- Temperatura (quente e frio);
- Festa;
- Gases;
- Energia cinética;
- Frequência de colisões;
- Probabilidade de formar produto;
- Velocidade.

O professor citou sete termos em apenas uma analogia, envolvendo muitas relações. Em minha observação em sala de aula, pude notar que os alunos não tiveram problemas em compreender, porém uma analogia deve ser bem pontuada, para que tenha uma melhor assimilação pelo aluno. A relação entre alvo e análogo deve ser clara e objetiva sem interferentes.

Essa analogia foi aplicada também na turma 1, com vários termos envolvidos. O professor conseguiu correlacionar melhor na segunda turma,

falando sobre temperatura, frio, calor e indagando o aluno em que festa teria mais agitação a quente ou a fria. Relacionou com a temperatura da semana que havia antecedido a aula e que segundo o professor estava fria. Para surpresa do professor um aluno fez uma colocação dizendo que no frio é melhor de formar casal do que no calor como está descrito abaixo:

Então quando tá frio, agora o X colocou uma limitação ele falou que quando tá frio ele acha maior a probabilidade de formar casal.

Entenderam a limitação do T?

Neste momento, o professor usou a palavra “limitação”, mas não explicou o que é limitado. Interpreto a limitação que o professor expõe como uma limitação da analogia que havia exposto, pois, havia mencionado que temperatura mais alta era melhor e animaria a festa e, conseqüentemente, haveria maior formação de casais.

O aluno X entendeu o professor, mas manifestou uma teoria que se contrapunha ao análogo apresentado. Para o aluno este seria um análogo melhor e talvez para outros alunos também. O professor não considerou a importância de esclarecer aos alunos, pois, ao mencionar o que o aluno havia dito, ficaram, por alguns instantes, duas situações análogas iguais e contrárias, podendo gerar confusões. O professor poderia questionar a turma sobre qual destas duas analogias tinha uma melhor aceitação. Para, a partir de uma nova explicação da analogia escolhida, dar seqüência em seus ensinamentos, dissipando assim qualquer dúvida que pudesse ter ficado naquele momento.

Na segunda analogia, o professor fez uma correlação em que usou o próprio ambiente de sala de aula, do seguinte modo:

Outro fator que aumenta a velocidade das reações é a pressão.

É né? A pressão aqui é baixa, mas se a gente colocar nesta sala mais indivíduos, a tendência é a aproximação, mesma a coisa as moléculas né? Quanto maior a pressão, mais próximas as moléculas, então a pressão é um fator.

Essa é uma analogia real, no momento em que o professor a mencionou, o análogo era o local, sala de aula, onde estavam e os alunos eram as pessoas que faziam parte daquele contexto naquele momento,

facilitando para eles imaginarem sua própria sala de aula sendo preenchida com mais pessoas, imaginando que teriam menos espaço.

A analogia três refere-se ao catalisador, o professor utilizou a mesma analogia da turma um.

Outro estado que interfere na velocidade das reações?

Catalisador.

Então vamos pensar no caso do Juliano e da Bruna, eles estão naquela mesma festa!

A Y e o Z não se conhecem, mas eis que existe uma pessoa que é conhecida de ambos que é o S, só que o Z e a Y são pessoas mais reservadas, mais tímidas, e o S, nosso catalisador, vai tentar aproximar os dois. Então o S que conhece os dois vai facilitar a aproximação.

ALUNOS: Risos!

Outro professor entrou para dar um aviso.

PROFESSOR: Bom voltando a nossa analogia, do nosso catalisador, o S que vai aproximar o Z e a Y, formando assim um casal, então o S é uma pessoa importante ele vai aumentar a velocidade da reação, inclusive diminuindo a energia de ativação!

O professor utilizou, novamente, os alunos como parte do processo, transportando-os para a situação imaginária da festa. Usando o aluno que conhece o menino e a menina e os aproxima para formar um casal, explicando assim o fator catalisador. Porém, ele enfatizou o análogo e não explicou, de forma explícita, o que é e como ocorre o aumento da velocidade da reação com o uso de catalisador. O lapso do professor demonstra que as analogias devem ser bem preparadas para que possam ser executadas de forma a ser ensinado ao aluno todo o conteúdo científico.

A quarta analogia foi utilizada para explicar a energia de ativação.

E o que é a energia de ativação é a energia mínima para que ocorra a reação, vocês podem ver essa energia de ativação como um obstáculo, e o S entra para diminuir esse obstáculo entre a Y e o Z. Tá e porque diminui, porque esse catalisador faz com que a reação siga etapas diferentes. Tudo bem?

Ele usou como análogo um obstáculo para explicar o alvo que é a energia de ativação. E empregou o fator já abordado, catalisador, para uma explicação mais completa deste fator. Novamente, ele citou o catalisador e

falou que o catalisador faz com que a reação siga um caminho diferente do que seria percorrido sem catalisador, porém não explica também como se dá esse processo.

O professor, em sua última analogia nesta turma, usou o análogo do amigo com ciúmes para auxiliar na explicação do fator inibidor.

Nós temos também o inibidor, que seria? Seria como um anticatalisador, que tem a função de tornar a reação mais lenta.

É como o T que não quer a aproximação do Z e da Y!

Ele sente...

ALUNO: Ciúmes!

PROFESSOR: Não sei se é ciúmes.

ALUNO: Inveja!

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Então o T quer afastar os dois!

Ele age como um inibidor.

Mais uma vez, o professor usou os alunos na analogia e conseguiu uma boa resposta e uma maior interação dos alunos.

Após a exposição dos alvos e dos análogos o professor requisitou aos alunos que preenchessem algumas fichas.

Bom agora nós vamos preencher alguns formulários, primeiro a ficha 1, coloquem nome, número e data e preencham. De um lado vocês vão colocar as analogias que eu utilizei, eu utilizei várias analogias, de outro lado, vamos colocar o conceito científico relacionado com essa analogia...

Nota-se, na fala acima, que o professor faz confusão entre analogia e análogo. Análogo é algo que o aluno conhece e analogia é a relação entre o análogo e o alvo.

Os alunos tiveram muitas dúvidas, que o professor resolveu. Notamos que sempre que um aluno perguntava os outros ficavam atentos, para entender o que deveriam fazer. Levaram cerca de quinze minutos para o preenchimento da ficha 1, com as semelhanças entre alvo e análogo. Nesta turma, percebemos que o professor começou a mesclar seus saberes experienciais com os saberes aprendidos na oficina.

3.1.2.2.1 Ficha número 1, professor 1, mapeando similaridades entre alvo e análogo.

Essa ficha foi preenchida pelos alunos de forma individual, tentando fazer as correlações entre o análogo e o alvo, mostrando onde, em sua ótica, ele observa similaridades.

No quadro abaixo mostramos que os alunos colocaram na ficha 1 não somente analogias, mas também exemplos e explicações científicas para relacionar com os alvos. É notável também a utilização de analogias modificadas e ou criadas pelo aluno, paralelamente aos análogos propostos pelo professor.

Quadro 7 - Respostas dos alunos ficha 1, turma 2: similaridades entre alvo e análogo

CONTEÚDO CIENTÍFICO	SIMILARIDADE	Nº DE ALUNOS QUE FEZ ESTA CORRELAÇÃO
Catalisador	Uma pessoa que apresenta outras duas pessoas	14
Concentração	Quanto mais pessoas em uma festa mais casais são formados.	7
Concentração de Reagentes	Quanto mais meninos e meninas na festa maior chance de formar casais	4
Inibidor	Uma pessoa dificulta a formação do casal	10
Pressão	Tamanho do local da festa pequeno, pessoas mais aglomeradas	5
Superfície de Contato	Pedaços de carvão pequenos queimam mais rápido (exemplo)	2
Temperatura	Quanto mais quente mais agitadas ficam as pessoas e/ou a festa	10
Energia	Fotossíntese	3
Energia Elétrica	Energia elétrica para que ocorra a Eletrólise	1
Energia Luminosa	Luz acelera a fotossíntese	1
Reação química e formação de produtos	Festa com meninos e meninas e formação de casais	2
Reagentes	Alunos em uma festa	1
Reagentes químicos em um sistema	Meninos e meninas em uma festa	1
Afinidade química entre os reagentes	Meninos têm afinidade com meninas	1
Produto de reação	Formação de casais	1

Neste momento da aula, os alunos ficaram muito confusos, pois não compreenderam como a ficha deveria ser preenchida, questionaram sua necessidade e a pontuação que lhes acarretaria na média. Muitos inventaram suas próprias analogias em relação ao alvo. Os alunos citaram muitos outros análogos, além dos propostos pelo professor, relacionados aos alvos expostos. Um exemplo é a reação química e a formação de produto citada por dois alunos, correlacionando reação química com meninos e meninas em uma festa e formação de produto com a formação de casais, o professor na sua aula não fez esta analogia, porém dois alunos a fizeram.

Este fato demonstra que o processo de aprendizagem muitas vezes se dá por associação com conceitos e ou vivências que já trazemos conosco, pois o raciocínio analógico é utilizado pela maioria das pessoas para compreender situações que lhe pareçam novas.

Na aplicação da ficha 1, o professor foi enfático no que era proposto para que os alunos fizessem, no entanto todo esse novo procedimento, com o qual os alunos estão tendo contato pela primeira vez, não é de fácil compreensão. Embora tenham, em suas fichas, criado novos análogos, não se atendo apenas aos propostos pelo docente, preencheram a ficha 1 de acordo com sua finalidade: expor as similaridades entre alvo e análogo. Na sequência, o professor recolheu a ficha 1 e entregou a ficha 2.

3.1.2.2.2 Preenchimento ficha 2, professor 1

A seguir são apresentados trechos do diálogo entre professor e aluno no momento da aplicação da aplicação da ficha 2, pelo professor 1.

Vamos lá, nesta segunda etapa que é a ficha de número 2, coloquem aí nome número e a data, preencha o quadro abaixo colocando os pontos de não correspondência entre as analogias utilizadas e o conteúdo científico.

Por exemplo, quando eu falo, e uso de exemplo uma pessoa para representar uma molécula, uma molécula não é uma pessoa né gente!

Eu quero que vocês vejam o conteúdo científico e aqueles que são improcedentes em relação à analogia, lembram aquela analogia que

eu uso sempre sobre o compartilhamento de elétrons, daí tem eu e o D eu sou mais eletronegativo, eu atraio mais elétrons que ele então né?

Mas eu não sou uma molécula, sou?

O átomo tem braço? Fala?

Não né?

ALUNO: Agora entendi, é para fazer pela ordem!

Agora nos vamos colocar o conteúdo científico, e o que tá errado na sua analogia, né?

PROFESSOR: Vou dar uma olhada

Muito bem é isso que eu quero, porque muitas vezes vocês podem fixar a analogia e acreditar nisso como conteúdo científico.

Nesta ficha, buscaram-se as diferenças entre o alvo e o análogo, procurando o limite entre o que o aluno tem que aprender na disciplina e o que usamos para que ele consiga relacionar o análogo ao conteúdo científico. É como se andássemos em uma bicicleta com rodinhas, em certo momento é hora de tirá-las e pedalarmos buscando equilíbrio. É nessa hora que o professor deve estar atento para que o aluno não caia da bicicleta por acreditar ainda estar com as rodinhas. O professor tem o dever de esclarecer aos alunos onde a analogia falha ou não corresponde, para, caso ele não tenha conseguido visualizar isso sozinho, o faça pelos olhos de seu professor, esclarecendo os limites de sua analogia e prevenindo qualquer reforço ou formação de concepções alternativas.

No Quadro 8 apresentamos as respostas elencadas na ficha 2, pelos alunos da turma 2, incluindo as limitações indicadas.

Quadro 8 - Respostas dos alunos, turma 2, da ficha 2 preenchida com as limitações

Continua

CONTEÚDO CIENTÍFICO	ANÁLOGO	NÚMERO DE RELAÇÕES FEITAS
Catalisador	Não é uma pessoa	5
Catalisador	Não é um cupido	1
Inibidor	Não são pessoas	2
Inibidor	Não é um cara ciumento	2
Concentração	Não se refere à quantidade de pessoas em uma festa	1
Pressão	Não aproxima as pessoas	1
Pressão	A compressão de um local de uma festa não ajuda a formar casais	1

Conclusão

Meio Reacional	Não é uma festa	2
Produtos	Pessoas não formam produtos	2
Produto	Não são casais	4
Reação	Não é uma festa	1
Elementos químicos	Pessoas não são moléculas	1
Reação de A +B	Na festa pode haver formação de duplas de mesmo sexo (aa, bb)	1
Átomos	Pessoa não é átomo	2
Moléculas	São diferentes de pessoas	1
Reagentes	Não são meninos e meninas	4
Interação entre reagentes	A analogia de meninos e meninas. A restrição é que pode haver interações entre meninos e meninos e mesmo com meninas que não ocorreria reação química	1
Temperatura	Não ocorrem em qualquer temperatura como uma festa	1
Temperatura	Não afeta a agitação das pessoas	1
Temperatura	Não aproxima ou afasta pessoas	1
Temperatura	Não afeta a agitação das pessoas.	1
Total de relações		36

Alguns alunos preencheram a ficha 2, novamente, com as semelhanças entre alvo e análogo, onde deveriam colocar as diferenças. Dois alunos devolveram a ficha em branco.

No Quadro 9 apresentamos as respostas elencadas de forma errada na ficha 2, pelos alunos da turma 2, onde repetiram o procedimento da ficha 1.

Quadro 9 - Respostas dos alunos, ficha 2 preenchida de forma errada, com as similaridades.

CONTEÚDO CIENTÍFICO	ANÁLOGO	Nº DE RELAÇÕES FEITAS
Temperatura	Os casais dançando agitados	1
Temperatura baixa	Pessoas querem ficar juntas para se esquentar	1
Temperatura	Influencia inversamente na formação de casais	1
Maior temperatura	Dia quente	1
Menor temperatura	Dia frio	1
Concentração de reagentes	Quantidade de pessoas	3
Inibidor	Alguém que dificulta a formação dos casais	1
Catalisador	Alguém que ajuda a formar um casal	1
Colisões	As trocas de casais dançando	1
Pressão	Lugar mais fechado	1
Formação de produto	Casal	3
Reagentes	Meninos e meninas	1
Moléculas	Pessoas	1
Superfície de contato	Tamanho do salão de festas	1
Total de respostas		18

Embora o professor tenha explicado aos alunos como usar a ficha 2, ter agido de forma mais incisiva, dando exemplos, ainda assim os alunos não conseguiram entender o que deveria constar e de que forma o professor gostaria que a ficha fosse preenchida, o que é uma perda, pois, esta ficha é de extrema importância para que o aluno possa delimitar o real científico e o real análogo.

O número de relações de similaridades, expostas na ficha de limitações da analogia, mostra que alguns alunos não entenderam a forma de preenchimento da ficha 2.

Os alunos levaram mais 12 minutos no preenchimento desta ficha. O professor recolheu as fichas e convidou os alunos para que o auxiliassem na percepção da limitação das analogias que ele havia utilizado.

Vamos agora fazer com vocês as analogias que eu usei na aula de hoje o que corresponde e o que não corresponde, entre as analogias que eu utilizei hoje e o conteúdo científico.

Eu falei em elevada temperatura e elevada velocidade de reação, correspondendo à temperatura na festa.

Alguém não colocou essa correspondência.

ALUNO: Quase.

PROFESSOR: Quase tá bom!

Quando eu coloquei o exemplo do nosso colega como catalisador, e o casal corresponde aos reagentes. E o que não corresponde?

O nosso colega é um catalisador?

ALUNOS: Não!

PROFESSOR: Não ele não é um catalisador! e o casal são reagentes?

ALUNOS: Não!

PROFESSOR: Na realidade, o catalisador é um íon, uma molécula, né?

Tudo bem?

As moléculas formam casal?

ALUNOS: Não!

PROFESSOR: Uma situação que um colega colocou, o salão é o meio reacional!

ALUNOS: Na festa todo mundo dança!

AS Moléculas não dançam.

PROFESSOR: Outra coisa que eu falei que vocês têm para me dizer?

ALUNO: Para o colega sendo inibidor.

PROFESSOR: Isso o colega não é um inibidor!

Que mais?

ALUNO: Fala algo que não consigo transcrever

PROFESSOR: Muito bem! Aqui mais uma limitação, as moléculas não são meninas e meninos, porque elas não têm sexo!

Essas analogias são formas de tentar fazer vocês imaginarem, enxergarem algo que é muito pequeno.

O professor desenvolve com os alunos que preencheram corretamente e os que não conseguiram, a utilização da ficha 2, estimulando com esse processo o raciocínio analógico dos mesmos.

Em um determinado momento o professor falou que o casal são os reagentes, quando, na realidade, os reagentes são os meninos e as meninas, o casal seria o produto formado pelo encontro entre menino e menina. De qualquer forma, o professor se fez entender, indicando como aplicar as analogias no ensino, como limitá-las, esclarecendo a diferença entre alvo e análogo e que esta deve estar bem entendida no que diz respeito à aprendizagem do conteúdo científico.

O professor falou sobre a ficha 3 e pediu aos alunos que a preenchessem.

Para isso que a gente usa as analogias, agora encerrando já agradeço a participação de vocês, vocês vão preencher a ficha 3, vamos lá gente isso é também conhecimento, vocês têm que ver o que fica, qual resíduo que fica dessa experiência.

Temos aí 10 minutos para o preenchimento o que é suficiente.

ALUNO: Vai valer pontinho professor?

PROFESSOR: Presta atenção!

Vale a contribuição!

Quando o professor falou sobre a ficha 3, os alunos já estavam cansados de preencher fichas. Notamos, pela fala do professor, que ele tenta animar os alunos falando: “vamos lá gente isso é também conhecimento” e pela fala dos alunos que perguntam se o trabalho retornará em forma de nota na média. Mesmo não disfarçando insatisfação em preencher a ficha 3, continuaram disciplinados e responderam individualmente tendo bons resultados de aprendizagem, como veremos a seguir.

3.1.2.2.3 Ficha número 3: síntese conclusiva

Esta ficha tem como objetivo possibilitar que o aluno sintetize o que aprendeu sobre o conteúdo científico e expresse o conhecimento adquirido na aprendizagem de determinado conceito.

No Quadro 10 apresentamos os resultados obtidos da ficha 3.

Quadro 10 - Resultados obtidos na ficha 3

QUESTÕES ANALISADAS	Nº DE ALUNOS
Respostas corretas científicas	14
Respostas corretas científicas usando analogias para exemplificar	0
Respostas erradas justificadas com analogia	0
Respostas utilizando apenas as analogias	0

Dois alunos citaram na ficha 3 o uso de analogias para ensinar. Um aluno começa seu texto escrevendo: “Aprendi diversos fatores que influenciam na velocidade de reações através de analogias utilizadas pelo professor...”, o aluno então diz o que aprendeu, mas não cita nenhum análogo.

Nesta turma, observamos que alguns alunos entenderam toda estratégia de ensino utilizada pelo professor, embora até a ficha 2 nada estivesse claro, no momento em que o professor foi à lousa e em conjunto com os alunos fez o preenchimento desta ficha, eles começaram a entender o que era uma analogia e como poderiam aproveitá-la para aprender o conteúdo científico abordado pelo professor.

3.1.2.2.4 Análise das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2, segundo modelo TWA.

No Quadro 11 apresentamos os passos seguidos pelo Professor 1, na turma 2, segundo o modelo TWA.

Quadro 11 - Passos seguidos pelo professor 1, turma 2 do Modelo TWA

PASSOS ATIVOS	PASSOS DO MODELO TWA	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Ajuste	0. Levantamento da familiaridade entre análogo e aluno	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado
		6 ^a	Não contemplado
	1. Introdução do conceito alvo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
	2. Sugestão do conceito análogo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
2. Ação	3. Identificação de características relevantes do alvo e análogo	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado
		6 ^a	Não contemplado
	4. Mapear similaridades	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
	5. Indicar onde a analogia falha	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
3. Reflexão	6. Esboçar conclusões	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado
		6 ^a	Não contemplado

O professor 1 não contemplou três dos sete passos propostos no modelo TWA. Novamente não seguiu o passo 0, que seria a investigar se os alunos conheciam ou não os análogos que seriam propostos. O passo 3 não foi contemplado nem pelo professor nem pelos alunos. O passo 6 não desenvolvido pelo professor na dinâmica da exposição oral, mas pelos alunos por estarem usando as fichas .

O uso das fichas ajudou o professor a retomar alguns passos do modelo TWA, que ele não havia executado na primeira turma 1, na qual contemplou quatro passos do modelo TWA e fez uso apenas de analogias simples. Na segunda turma, contemplou quatro passos e proporcionou com as fichas, que os alunos desenvolvem cinco dos seis passos propostos por esse modelo.

Notamos que, neste caso, as fichas ajudaram, auxiliando o professor no desenvolvimento dos passos do modelo TWA, balizando seu trabalho com analogias de forma estruturada.

3.1.2.2.5 Classificação das analogias utilizadas pelo professor 1, turma 2, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)

No Quadro 12 apresentamos a classificação das analogias utilizadas pelo Professor 1, na turma 2.

Quadro 12 - Classificação das analogias utilizadas professor 1, turma 2

Continua

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Tipo de Relação Analógica	1ª analogia	Funcional
	2ª analogia	Funcional
	3ª analogia	Funcional
	4ª analogia	Funcional
	5ª analogia	Funcional
2. Formato de Apresentação da Analogia	1ª analogia	Verbal
	2ª analogia	Verbal
	3ª analogia	Verbal
	4ª analogia	Verbal
	5ª analogia	Verbal
3. Nível de Abstração da Analogia	1ª analogia	Concreto-abstrata
	2ª analogia	Concreto-abstrata
	3ª analogia	Concreto-abstrata

Conclusão

	4ª analogia	Concreto-abstrata
	5ª analogia	Concreto-abstrata
4. Posição da Analogia	1ª analogia	Ativador embutido
	2ª analogia	Ativador embutido
	3ª analogia	Pós-sistematizador
	4ª analogia	Sem posição
	5ª analogia	Pós-sistematizador
5. Nível de Enriquecimento	1ª analogia	Estendida
	2ª analogia	Enriquecida
	3ª analogia	Enriquecida
	4ª analogia	Enriquecida
	5ª analogia	Enriquecida

Classificando as analogias utilizadas pelo Professor 1, notamos que ele usa, para todas as analogias, uma relação analógico-funcional, com formato de apresentação verbal e nível de abstração concreto-abstrata. A posição do análogo varia um pouco, algumas vezes antes do alvo e outras vezes depois, essa ordem não interfere no objetivo final. Uma analogia está sem definição de posição do análogo, pois, o professor não explicou o alvo somente citou o que foi a analogia para auxiliar a explicação sobre catalisador.

O nível de enriquecimento apresentou uma analogia estendida que foi a primeira e quatro analogias enriquecidas.

O Professor 1 contemplou mais passos do modelo TWA na segunda turma, talvez as fichas tenham conferido uma melhor sustentação no seu trabalho de aplicação dos passos do modelo TWA.

3.1.3 Resultados da avaliação professor 1: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas

O professor trabalhou com três turmas do ensino médio. Em duas, ele aplicou as analogias como instrumento para facilitar o ensino e a aprendizagem e, entre as turmas nas quais houve a aplicação da analogia, em uma ele utilizou fichas para auxiliar esse processo. Na outra ele aplicou as analogias sem utilização de fichas. Na terceira turma ele ensinou o conteúdo de Cinética Química sem fazer uso de analogias.

O grupo controle era composto de sete alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública localizada na área periférica da cidade de Campo Grande – MS.

O grupo experimental era composto de quatorze alunos de duas turmas do segundo ano do ensino médio desta mesma escola.

Tanto o grupo controle quanto o grupo experimental foram submetidos à mesma questão avaliativa, proposta pelo professor, essa questão foi feita sem aviso prévio, três meses após o ensino do conteúdo de cinética química, a qual mensuramos e analisamos no quadro abaixo.

Pergunta 1: Quais os fatores que alteram a velocidade das reações?

No Quadro 13 apresentamos as respostas dos grupos controle e experimental obtidas pelo professor 1, para a questão 1 formulada por ele.

Quadro 13 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 1, feita pelo professor 1: Quais os fatores que alteram a velocidade das reações?

RESPOSTAS		GRUPO CONTROLE	GRUPO EXPERIMENTAL
1	Respostas corretas e explicadas	2	2
2	Respostas corretas incompletas e explicadas	2	3
3	Resposta correta completa sem explicação	2	8
4	Resposta correta incompleta sem explicação	1	1
5	Respostas corretas justificando com analogias	0	0
6	Respostas incorretas usando analogia na explicação	0	0
7	Respostas erradas	0	0
Total de alunos		7	14

Os resultados colhidos, das avaliações efetuadas pelos professores sobre os conceitos abordados em conjunto com as analogias, demonstram que, nesta escola, nesta turma e com este professor, todos os alunos tiveram um aproveitamento de 100% na aprendizagem dos conceitos de Química. Porém, no grupo controle houve uma maior porcentagem de respostas com fundamentação sobre cada fator que influencia na velocidade das reações.

Esse fato não tem uma explicação plausível, de qualquer forma a questão a qual os alunos foram submetidos pelo professor, “*Quais são os fatores que alteram a velocidade das reações químicas?*”, não exigia que houvesse uma explicação elaborada. Isso limitou um pouco uma análise mais profunda destes resultados, pois, conseguimos observar que todos os alunos sabem quais são os fatores que interferem na velocidade das reações, visto os 100% de aproveitamento já citados, porém não podemos afirmar quantos alunos sabem explicar cada um destes fatores. Outro dado importante foi que nenhuma concepção alternativa foi reforçada ou formada no grupo experimental, pois não houve nenhuma citação de analogia na forma de explicar ou substituir a resposta dos conceitos alvos.

3.1.4 Entrevista final

O Professor 1 utilizou, na sua prática, as analogias, usando alguns dos passos propostos no modelo TWA. Então, começamos esta entrevista buscando sua visão sobre o uso de analogias de forma estruturada.

ENTREVISTADOR: Como você vê a aplicação da analogia de forma estruturada?

PROFESSOR: Bom, eu sou suspeito em responder esta pergunta, visto que ao longo da minha prática docente sempre utilizei deste artifício (analogia) para facilitar o aprendizado dos meus alunos. Porém, acredito que o uso das analogias de forma estruturada permite maior efeito, visto que podemos delinear o campo de sua aplicação, bem como suas limitações. Estas condições citadas anteriormente são fundamentais, pois o aluno diante de uma analogia pode adquirir outro significado à analogia, contrário à ideia proposta pelo professor ao fazer a analogia.

Embora o professor não tenha demonstrado domínio sobre a aplicação das analogias a resposta acima mostra que o professor está certo de sua melhora na prática em sala de aula. Respondeu as perguntas com segurança e frisou que agora sua intenção ao utilizar as analogias, que o aluno aprenda o alvo, é resguardada pelo seu conhecimento na aplicação das analogias que as tornam mais seguras e eficientes, não deixando margem para o aluno adquirir outros significados. Sua fala explicita sua reflexão na ação e da sua ação.

Na sequência, o professor foi questionado quanto à utilização do modelo estruturado e sua contribuição na aprendizagem.

ENTREVISTADOR: Quais os aspectos neste modelo estruturado que você utilizou contribuíram na aprendizagem do aluno?

PROFESSOR: Um dos aspectos importantes do modelo estruturado é a participação do aluno na aula, visto que o mesmo além de entender o conceito através de uma analogia passa a sugerir novas analogias, inclusive cita as limitações do uso de algumas. Outro ponto importante é o fato de indicar na lousa a analogia versus o conceito que o professor pretende ensinar, este tipo de procedimento permite maior esclarecimento do aluno.

Ele cita como um aspecto importante a participação mais ativa do aluno em sala de aula, talvez isso não ocorresse anteriormente.

Sobre a analogia ser estruturada, o professor afirmou ser importante o confronto no quadro de analogia e alvo, assim como mostrar ao aluno sua limitação, tudo isso feito em conjunto, professor e aluno. No caso deste professor, isso ocorreu apenas na segunda aula, porém, por seu comentário, ele, por sua experiência nesta aplicação de analogias de forma estruturada, instantaneamente, notou os benefícios desta sistematização e incorporou esse conhecimento novo com aquilo que já praticava.

ENTREVISTADOR: Tem algum passo da utilização da analogia de forma estruturada, tanto com fichas como sem uso de fichas que você ache que deveria ser mudado.

PROFESSOR: O uso de fichas permite que o aluno possa relatar por escrito suas ideias adquiridas em função da analogia, visto que o professor pode utilizar das fichas para avaliar se o mecanismo proposto (analogia) obteve o resultado esperado. Portanto, sempre que utilizar das fichas, realizar a correção criteriosa das mesmas.

A explicação do uso das analogias no primeiro dia de aula em uma determinada turma, seja um procedimento importante para o uso delas no decorrer do ano letivo, visto que a explicação tem como base justificar o uso das analogias no ensino de Química, bem como sua finalidade e também suas limitações.

O professor falou no uso de fichas e que, em sua opinião, tem importância, pois, ele pode se orientar pelo que os alunos escrevem nela e verificar se as analogias estão tendo o resultado esperado na formação do conhecimento do aluno.

Ele falou também que todo esse conteúdo procedimental deve ser bem explicado ao aluno no início do ano letivo, para que, a cada utilização, os alunos entendam melhor o que é, como se aplica e para que são usadas as analogias de forma estruturada, ou seja, ele acredita que seriam melhor aproveitadas as analogias se os alunos tivessem primeiro uma aula sobre o uso de analogias no ensino e como isso acontece na prática.

Esse professor aplicou as analogias em duas turmas, em uma delas ele usou as fichas para auxiliar em sua prática e na outra ele não fez uso de fichas. A seguir, apresentamos a explicação dada pelo professor sobre que impressões ele tem dos dois procedimentos.

ENTREVISTADOR: Você sentiu mais a vontade aplicando a analogia com uso das fichas ou sem o uso das fichas? E os alunos?

PROFESSOR: Mediante avaliação posterior das fichas, acredito que o uso delas seja importante, visto que podemos analisar se houve realmente o aprendizado correto de um determinado conceito, bem como visualizar as limitações dos alunos diante do uso das analogias.

Os alunos da instituição que eu trabalho apresentam um grau de interesse muito grande, portanto as fichas funcionam muito bem, pois a maioria dos alunos participam efetivamente da atividade. Acredito que em uma sala que os alunos apresentam baixo grau de interesse, o ideal seria substituição das fichas pelo quadro negro aliado a uma discussão detalhada da analogia aplicada.

Em sua resposta, ele falou que o uso das fichas dá ao professor uma resposta concreta de como aluno se comporta perante a utilização das analogias. Isso dá ao professor um maior controle de sua prática, pois, dependendo dos resultados avaliados, com base nas fichas o professor pode contornar um eventual problema de aprendizagem do aluno.

No entanto, ele avaliou que este procedimento exige dos alunos um grau de interesse muito alto e caso a turma à qual se apliquem as fichas seja uma turma de baixo grau de interesse, é provável que esse procedimento não obtenha êxito. As turmas deste professor realmente tiveram muita disciplina para executar tudo que o professor lhes pedia, embora, na observação, tenhamos notado descontentamento da maior parte da turma 2 em preencher as fichas propostas, por três motivos aparentes.

- Eles demoraram a entender como preencher as fichas;

- Não compreenderam e não foi explicitado que finalidades tinham as fichas;
- Não estão acostumados a fazer uma atividade que não seja uma avaliação.

Porém, é notável a evolução deste professor, desde sua primeira entrevista, passando pela oficina, depois pela primeira turma na qual fez uso apenas de analogias espontâneas e na turma 2, na qual, com auxílio das fichas, cumpriu a maior parte dos passos do modelo TWA e, por fim, sua análise crítica do uso de analogias, baseado nos conhecimentos que adquiriu durante toda a formação continuada.

Na última pergunta, o professor falou sobre a contribuição das analogias estruturadas na aprendizagem.

ENTREVISTADOR: Você acredita que estas analogias estruturadas que você utilizou irão contribuir ou não contribuir na aprendizagem, dos alunos nos conceitos onde foram aplicadas?

PROFESSOR: A forma que as analogias foram estruturas, na minha opinião, permitiu o alcance do objetivo, fim de uma analogia, contribuir para o ensino de conceitos de Cinética Química. Digo isso, pois em outras ocasiões na qual utilizei das analogias para ensinar equilíbrio químico, os alunos aprenderam perfeitamente o conceito.

Ele afirmou acreditar que as analogias estruturadas, utilizadas por ele nesta pesquisa, alcançaram sua meta e contribuíram para a aprendizagem dos conceitos científicos de Cinética Química.

Sua opinião corrobora os dados obtidos nas fichas preenchidas por uma das turmas e o resultado das avaliações das duas turmas nas quais foi aplicado este recurso didático, porém, é preciso lembrar que a primeira turma teve uma aula com analogias de forma espontânea, ou seja, sem estruturação. Neste caso, não houve reforço ou formação de concepções alternativas, mas o risco de que elas pudessem ter ocorrido foi maior do que quando usou estratégias didáticas para ensinar com analogias.

Na segunda turma, o professor aplicou as analogias de forma estruturada, unindo seu conhecimento e sua prática ao conhecimento adquirido na oficina e a prática desenvolvida. O resultado desta mescla foi uma aula com uma maior qualidade e a modificação da prática do professor. Antes ele usava

analogias de forma espontânea sem estruturação. A partir de agora existe uma nova prática deste professor. Quando lançar mão de uma analogia mesmo que espontaneamente vai saber seguir alguns passos, aos quais teve acesso na oficina, para que este recurso contemple sua finalidade de auxiliar os alunos a entender conceitos desconhecidos e abstratos.

3.1.5 Síntese professor 1

O professor 1 leciona em uma escola pública localizada na periferia da cidade de Campo Grande – MS. O contexto escolar deste professor oferece boas condições ergonômicas de ensino e seus alunos são na grande maioria selecionados para que possam frequentar a escola e as turmas são formadas com poucos alunos. Este professor trabalha em um bom ambiente com alunos dedicados, o que facilita o ensino e a aprendizagem.

Na primeira turma o professor não utilizou analogias de forma estruturada para auxiliar no ensino do conteúdo de Cinética Química, mas as utilizou espontaneamente. Seus resultados, em relação à aprendizagem dos alunos, foram positivos. Não percebemos confusão entre o conhecimento dos alunos e as analogias.

Na segunda turma o professor seguiu mais passos do modelo TWA, isto se deu, provavelmente, devido ao uso das fichas que o auxiliaram a executar os passos propostos. O docente também esclareceu aos alunos o porquê dos passos, diferenciando o análogo do alvo, e conseguiu estabelecer relações entre alvo e análogo. Embora não tenha executado todo o procedimento, mudou sua prática e solidificou o seu conhecimento sobre a utilização de analogias estruturadas.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 2

3.2.1 Entrevista inicial

O primeiro passo foi entrevistar o Professor 2 para saber quais conhecimentos sobre analogia ele detinha. Segue abaixo trecho da entrevista com as respostas:

ENTREVISTADOR: Professor onde você enxerga, encontra as analogias?

PROFESSOR: Na sala de aula?

ENTREVISTADOR: Em qualquer lugar, onde você encontra as analogias?

PROFESSOR: Pergunta difícil! Posso pular! Risos!

ENTREVISTADOR: Onde tu encontras? Onde tu achas? Vê pessoas utilizando.

PROFESSOR: É que é para comparação que as pessoas utilizam, para comparar uma coisa com a outra, aí difícil agora! Pensar.

ENTREVISTADOR: Mas onde assim, as pessoas usam para fazer comparações? Mas onde você vê assim?

PROFESSOR: Geralmente nas rodinhas de amigos, falando besteira, nas conversas informais, nas conversas mais sérias não muito.

ENTREVISTADOR: E os alunos na sala de aula se comunicam através de analogias?

PROFESSOR: Muito difícil, não é mais gíria, não sei por que não sei direito o que é analogia!

O professor demonstrou, nesta primeira parte da entrevista, que as analogias no seu cotidiano ocorrem principalmente fora da sala de aula. Em um primeiro relato ele percebe as analogias em conversas informais usadas em tom de brincadeiras.

Questionado sobre o uso em sala de aula pelos alunos, o professor respondeu não haver o uso por parte dos mesmos.

Na resposta acima, o professor diz: “É que é para comparação que as pessoas utilizam, para comparar uma coisa com a outra...”, conceituação limitada sobre analogia. Ao final, concluiu este trecho da entrevista falando que não sabe direito o que é analogia, ou seja, o professor tem uma ideia do que

sejam as analogias, mas não tem certeza quanto ao conceito do que elas sejam no ensino.

Dando continuidade à entrevista, procuramos verificar se o professor usa analogias na sua prática docente.

ENTREVISTADOR: Você usa analogias nas suas aulas?

PROFESSOR: De vez em quando eu tento, não sei se são boas, mas tento, por exemplo: Mistura homogênea e heterogênea, eles só entendem quando eu falo de homossexual e heterossexual, eles ligam uma coisa com a outra e aí a coisa vai bem! Algumas vezes também algumas vezes não, eles têm problemas com as palavrinhas não com o conteúdo em si, se atrapalham com as palavras.

Notamos que o professor tem uma reflexão crítica de sua prática ao questionar: “não sei se são boas”. Porém, ele usa uma analogia pela semelhança gráfica e semântica das palavras. No aspecto gráfico, pois são parecidas, e semânticas por terem prefixos de mesmo significado.

O professor diz que: “às vezes os alunos têm problema com as palavras e não com o conteúdo”, refletindo sobre o uso das analogias em situação em que, talvez, elas tragam mais malefícios que benefícios aos alunos, pois, se eles não têm problema com o conteúdo para que usá-las, se estão causando confusão conceitual.

Se o professor utiliza as analogias, como vimos acima, então cabe investigar qual é o seu propósito.

ENTREVISTADOR: E com que propósito tu utiliza estas analogias?

PROFESSOR: Pra que tenham uma aprendizagem significativa, para ver se eles conseguem mesmo assimilar o que eu to falando com uma coisa que eles já conhecem e talvez seria mais fácil para eles.

O professor faz uso de analogias para que seus alunos tenham uma melhor aprendizagem, correlacionando o discurso científico com situações conhecidas pelos alunos.

Neste momento, o professor demonstrou que, em sua prática, ele nota dificuldade nos alunos em alguns conceitos e/ou estruturas químicas muito pequenas e abstratas e microscópicas, traçando assim um paralelo entre o alvo

e o análogo na tentativa de ensinar química aos alunos do ensino médio de sua escola.

O professor usa analogias e, se o faz, deve ser porque acredita no resultado positivo delas, como veremos abaixo:

ENTREVISTADOR: Tu utilizas as analogias, da maneira que tu mencionaste, e tu acreditas que as analogias dão uma boa resposta para tua prática docente, contribuem para ti ensinar a matéria.

PROFESSOR: Acredito que sim.

ENTREVISTADOR: De que forma tu acredita que elas contribuem, porque tu achas isso?

PROFESSOR: Pela resposta que eles dão depois, né? Porque até você estar falando ali cientificamente e tal, parece que existe um bloqueio, mas na hora que você começa falar mais a língua deles uma coisa que eles entendem. Por isso que eu te falei não sei se isso seria uma analogia ou se isso seria uma contextualização, sabe que às vezes a gente pega alguma coisa do cotidiano e traz, eu não sei te informar se é um ou outro que eu estou utilizando, mas a partir do momento que trás alguma coisa do convívio deles que eles já conhecem que eles já sabem a resposta é muito mais fácil, muito mais rápida.

Ele apontou em sua fala que as analogias contribuem para o seu processo de ensino e que uma das vantagens da utilização das analogias ocorre por que: “você estar falando ali cientificamente e tal, parece que existe um bloqueio, mas na hora que tu começa a falar mais a língua deles uma coisa que eles entendem”.

O Professor 2, ao mencionar contextualização, indicou sua utilização relacionada com analogias. Embora a analogia seja algo que o aluno conheça, ela na maioria das vezes é algo dissociado do conhecimento científico, muitas vezes são utilizadas apenas suas semelhanças estruturais ou funcionais, já “contextualização”, segundo autores como Pavanello (2004) e Brousseau (1996), procuram esclarecer o significado desse trabalho no processo de produção de conhecimento. Pavanello (2004) com base em Brousseau (1996), afirma que contextualizar significa apresentar o conteúdo ao aluno por meio de uma situação problematizadora, compatível com uma situação real que possua elementos que dêem significado ao conteúdo. Para ela, contextualizar é provocar no aluno a necessidade de comunicar algo a alguém, é provocar a

necessidade de representar uma situação, discutir sobre essa situação criada e o que está envolvido nela.

Acima, o professor citou que as analogias contribuem no seu processo de ensino. A seguir, foi verificado se contribuem no processo de aprendizagem dos alunos.

ENTREVISTADOR: E tu achas que essas analogias também contribuem para o aluno?

PROFESSOR: Contribuem. Eu acho que a princípio pode ser uma coisa mecânica, ele pode ficar aquilo lá, uma coisa mecânica, mas depois de tanto aquela repetição de tanto ficar utilizando aquilo o cara acaba aprendendo.

ENTREVISTADOR: Você acha que as analogias contribuem para aprendizagem?

PROFESSOR: Sim, acho.

Ele diz que as analogias contribuem para a aprendizagem do aluno, mas ao explicar diz que o aluno apreende o conteúdo pela repetição.

Quando se ensina por analogias, o que fazemos é tentar que o aluno apreenda o conteúdo pelo raciocínio, associando um conceito já conhecido a um conceito que o aluno ainda não conhece. Então, quando o professor fala em aprendizagem por repetição ele demonstra não conhecer como ocorre o processo analógico.

O professor usa analogias e acredita na sua eficácia no ensino e na aprendizagem, mas qual seu conceito sobre analogias?

ENTREVISTADOR: Na tua concepção, tu sabes me dizer o que são as analogias? Qual o conceito dela?

PROFESSOR: É isso que eu acabei de te falar, né? Não sei se eu to usando analogia ou se eu to usando contextualização, às vezes a gente acha que é uma coisa e não é. Mas eu acho que a analogia é uma coisa de... Como eu vou te dizer... A gente fala a mesma coisa em uma linguagem diferente vamos dizer assim, mais simples, mais cotidiana mais do dia-a-dia da pessoa não na linguagem científica. Comparar é tipo uma comparação entre alguma coisa, onde tu consegue enxergar o científico.

Novamente o professor falou em uma linguagem empírica. Ele manifestou o conceito científico do que é uma analogia, mas, por seus saberes

experenciais, tem apenas uma ideia do que seja, pois mencionou que são comparações.

Para termos certeza de suas concepções sobre o tema analogias, questionamos o professor sobre de que forma ele elabora o uso das analogias na sua prática docente.

ENTREVISTADOR: Como você elabora, prepara uma analogia, pensa ela?

PROFESSOR: É na hora! Depende da aula, depende da turma, do questionamento em cima de alguma coisa ali na hora bate o santo e sai. E se aquilo funciona naquela turma acaba passando para as outras. É sempre com a turma mais polêmica, a que pergunta mais, que questiona mais, aquele aluno que fica não tô entendendo isso, não tô entendendo! E aí a gente acaba se obrigando a buscar alguma coisa pra tentar ensinar aquilo, então, não é uma coisa que eu sento para fazer meu planejamento e eu falo aqui eu tenho que encaixar analogia, não faço isso é uma coisa que vem na hora mesmo dependendo da situação da turma, aí se funcionar eu passo para as outras.

A resposta do professor deixa claro que ele desenvolve suas analogias nos momentos em que não encontra mais recursos didático-científicos. É nesse momento que se dá a gênese de suas analogias e que, segundo suas impressões, ela é classificada como ruim ou boa e levada adiante ou não para o ensino do mesmo conteúdo na sua prática docente.

ENTREVISTADOR: Na tua prática docente você já notou se o aluno não gravou o conteúdo científico, mas lembra da analogia?

PROFESSOR: Eles citam, se eles não gravaram o conteúdo científico, eles escrevem a analogia inteirinha, por exemplo.

ENTREVISTADOR: Mesmo não escrevendo o conteúdo científico?

PROFESSOR: Eu fiz uma pesquisa com uma professora da universidade e uma das perguntas era: quando acaba o gás do botijão você sente o cheiro. Por quê?

E nas aulas quando eu ensino o gás eu digo que o gás é um cara espaçoso, que ele ocupa todos os lugares do espaço, se eu dou para ele um espaço pequeno ele ocupa todo o lugar daquele espaço pequenininho, se eu dou para ele um espaço maior ele vai ocupar todo esse espaço maior. Daí chega na hora da prova lá, coloca:

- O gás é um cara muito espaçoso!

Eu vou colocar errado?

Não vou tá certo uai! Pelo menos ele sabe que o gás é um cara muito espaçoso!

Se você quiser ver dos cento e poucos questionários que a gente aplicou nas turmas a grande maioria colocou:

- O gás é um cara muito espaçoso!

Então o que a gente fala fora do conteúdo científico, marca muito mais, e é o que eles gravam!

E com isso eles sempre vão saber que o gás é um cara que ocupa todo o lugar do espaço!

Porque o gás é um cara muito espaçoso!

O professor informou que: na sua experiência prática e em uma pesquisa feita por ele, em conjunto com o professor de uma universidade, a maioria dos alunos nas suas avaliações dão como resposta a analogia usada por ele no processo de ensino para as perguntas sobre o conteúdo científico, que ele almeja que os alunos alcancem em suas aulas de química.

O professor mencionou que, quando o aluno responde uma pergunta de sua avaliação com o análogo usado por ele, a seu critério, a resposta está correta.

A avaliação relaciona-se com o conhecimento científico sobre os temas ministrados pelo professor. Uma pergunta sobre um conteúdo científico requer uma resposta de cunho científico também.

Ficou evidente nesta primeira entrevista que o professor tem ideia do conceito de analogia, que as utiliza, mas que ainda não conhece amplamente o conhecimento científico do tema analogias no ensino.

3.2.2 Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA

O professor iniciou a aula entregando aos alunos um questionário impresso para que respondessem e o entregassem em 10 minutos. Este material foi utilizado para identificar se os alunos conheciam os análogos que ele iria utilizar na aula seguinte.

As perguntas geraram interesse nos alunos, embora lhes parecessem óbvias. Responderam com rapidez às questões, e não se mostraram desanimados ao fazer esta tarefa. O levantamento de pré-concepções gerou

dúvidas, e os alunos ficaram curiosos para saber qual a finalidade daquelas perguntas como nas falas transcritas abaixo.

ALUNO 1: “Podia explicar para que é as perguntas!”

ALUNO 2: “Não entendi a moral da tartaruga!”

No início da ação do professor, os alunos ficaram meio tumultuados, mas no momento do preenchimento eles colaboraram e tudo correu bem, dentro dos dez minutos estipulados. Quando tocou o sinal eles entregaram a folha com as respostas. No dia seguinte, o professor, após verificar que todos conheciam o análogo que ele utilizaria, iniciou a aula com o segundo passo da metodologia TWA: a introdução do conceito científico.

3.2.2.1 Analogias utilizadas pelo professor 2

O professor 2 ministrou aulas em duas turmas, utilizando analogias em uma turma e na outra não. A turma na qual o professor utilizou analogias será chamada de grupo experimental, a turma onde não utilizou será chamada de grupo controle. O professor utilizou quatro aulas para completar o uso de quatro analogias no conteúdo de Cinética Química.

Quadro 14 - Analogias utilizadas pelo professor 2

	ALVO	ANÁLOGO
1	Colisão entre moléculas com velocidade baixa – colisão não efetiva	Colisão entre dois veículos que apenas encostam um no outro Colisão entre duas tartarugas
2	Colisão entre moléculas com velocidade alta – colisão efetiva	Colisão entre dois veículos com velocidade de 100 Km/h
3	Energia de ativação	Velocidade mínima para estragar um carro em um acidente

O professor utilizou as analogias, mas não explicou ao aluno o que é uma analogia, como ele a usaria e para que.

Ele trouxe a primeira analogia por meio do exemplo de seu veículo.

PROFESSOR: Faz de conta, tem o meu carro, lindo e maravilhoso!

ALUNOS: Risos, e euforia!

PROFESSOR: E uma camionete, e os dois estão manobrando, e ele encosta no meu carro.

Ele vai estragar?

Vai riscar, mas não vai estragar!

O professor utilizou esta analogia depois de explicar o choque entre molécula de ozônio e óxido de nitrogênio, conforme fórmula abaixo:



Ele explicou que o choque deveria ser com uma posição favorável e força suficiente para que conseguisse romper a ligação entre os oxigênios.

Observemos agora a segunda analogia utilizada pelo professor.

Agora no trânsito a 100 km/h o que vai acontecer?

ALUNOS: - Vai demolir

- Vai amassar

PROFESSOR: Então quando o choque é forte ou em maior velocidade ocorre modificação no carro e quando é fraco não acontece nada, nas moléculas é a mesma coisa.

Então pra acontecer alguma coisa o choque tem que ser forte, a colisão tem que ser forte!

Então pra acontecer a quebra da ligação o choque tem que ser forte! Se for fraco não vai quebrar a ligação.

Esta analogia é baseada na similaridade entre a colisão de carros em alta velocidade e moléculas em alta velocidade, para relacionar a velocidade do choque entre as moléculas com o rompimento de ligações. Ele se valeu de características funcionais entre os dois campos de conhecimento, pois, o análogo e alvo se identificam na dependência de estar em movimento suficientemente rápido para que modifiquem suas estruturas iniciais.

Na terceira analogia utilizada, o professor procurou mostrar aos alunos que a velocidade do choque entre as moléculas é um dos fatores primordiais para que ocorra a quebra de ligação.

PROFESSOR: Agora se duas tartarugas vêm em direção uma da outra e colidem o que vai acontecer?

ALUNOS: Participação generalizada: Nada!

ALUNO: Elas são lerdas!

PROFESSOR: elas são o quê?

ALUNO: Lerdas demais professor!

PROFESSOR: Então, mas se elas tiverem correndo uma maratona!

ALUNOS: Risos e manifestação generalizada, óhhhh! Risos!...

PROFESSOR: Então temos duas tartarugas lerdas, vagarosas e se elas colidirem que vai acontecer?

ALUNOS: Nada

PROFESSOR: Nada, então se as moléculas se chocarem lentamente o que vai ocorrer?

Nada! Não vai quebrar as ligações!

ALUNOS: Discussão generalizada sobre o tema, todos falam ao mesmo tempo e não entendo nada!

Em contraposição à analogia anterior o professor procurou demonstrar, com o análogo das tartarugas, que no choque em velocidade muito baixa, como a das tartarugas, não ocorrerá danos, mudança em sua estrutura, assim como no choque entre moléculas em uma velocidade baixa.

Notamos que existe uma constante participação de parte dos alunos, pois as analogias geram polêmica, riso, humor e despertam o interesse dos alunos, embora a turma tenha uma incessante conversa lateral sobre os mais diversos assuntos. Também há um conjunto com três ou quatro ventiladores de teto que aliviam um pouco o calor, mas que aumentam consideravelmente o nível de ruído em sala de aula, prejudicando assim a ergonomia do ambiente de ensino e, em consequência, sua qualidade.

Na analogia quatro observamos que o professor, talvez, a tenha usado de forma espontânea.

PROFESSOR: Não quebra a ligação

Aí nos temos outros 2 conceitos:

Energia de ativação e complexo ativado

Quando uma ligação se rompe outra começa a se formar, a hora que essa começa a se formar nós temos uma ligação intermediária, então ela não é uma ligação definitiva, então as ligações intermediárias são o complexo ativado

A energia mínima pra romper esta ligação é a energia de ativação, então energia de ativação é a energia mínima necessária para romper uma ligação, ou seja, voltando pro nosso carro essa é a velocidade mínima para estragar o carro, se eu estou manobrando não vai estragar o carro, então energia de ativação é a energia mínima...

Ele usou esta analogia de forma rápida e não a mencionou mais. O professor usou o análogo da colisão entre carros para explicar que a energia de ativação é a energia mínima para romper a ligação e que os carros para sofrerem modificação em sua estrutura, ou seja, amassar a lataria também devem estar a uma velocidade mínima para que isso aconteça.

Os alunos tiveram dificuldades em entender energia de ativação e o professor retornou à discussão sem o uso da analogia.

3.2.2.2 Uso das fichas para organizar o conhecimento

Depois de terminado o conteúdo científico (alvo), com a utilização de analogias (análogo) como recurso didático para tentar melhorar o ensino e a aprendizagem, o professor utilizou algumas fichas. Os alunos, quando solicitados a preenchê-las, ficaram curiosos.

PROFESSOR: Bom vou passar umas fichas pra vocês preencherem!

ALUNOS: querem saber pra que, se vale nota.

PROFESSOR: coloquem número, aí na folha tem duas colunas uma que diz conteúdo científico e outra diz analogia, qual o conteúdo científico

ALUNO: Cinética

PROFESSOR: só isso? Que mais?

ALUNO: COMPLEXO ATIVADO, CONCENTRAÇÃO, COLISÕES

PROFESSOR: E analogia, quais foram utilizadas?

ALUNO 7: A tartaruga

PROFESSOR: As tartarugas têm mais...

O enunciado diz: Ficha 1, confere, diz: Preencha o quadro abaixo com as características correspondentes entre o conteúdo científico e as analogias utilizadas, ou seja, o que o conteúdo científico tem de parecido com a analogia

ALUNOS: Todos falam ao mesmo tempo

PROFESSOR: Gente tem bastante coisa, exemplo:

Conteúdo específico choque entre as moléculas.

Analogia o choque entre as tartarugas e os...

Eu não posso dar a resposta!

3.2.2.2.1 Ficha 1, professor 2: similaridades entre alvo e análogo

Os alunos continuaram a debater entre si, com certa dificuldade e muito dispersos, preenchendo a ficha 1 por mais 15 minutos. Todos conversaram e as fichas foram preenchidas com o resultado da troca de ideias. Outro ponto observado foi que nem sempre houve um resultado individual, muitas vezes um aluno copiava a resposta do outro. A aula acabou e os alunos entregaram as fichas ao professor.

Essa ficha foi preenchida pelos alunos tentando fazer as correlações entre a analogia e o conteúdo científico, mostrando onde, em sua ótica, ele observou similaridades. Apresentamos os resultados desta ficha no Quadro 15.

Quadro 15 - Respostas dos alunos professor 2, ficha 1: similaridades entre alvo e análogo

CONTEÚDO CIENTÍFICO	SIMILARIDADE	Nº DE ALUNOS QUE FEZ ESTA CORRELAÇÃO
Choque entre moléculas	Choque entre os carros	4
Choque entre moléculas	Choque entre tartarugas	1
Choque entre moléculas	Choque entre carros e choque entre tartarugas	9
Colisão efetiva	Carros se batendo	16
Colisão não efetiva	Tartarugas se batendo	15
Teoria das colisões	Choque entre carros e choque entre tartarugas	10
Teoria das colisões	Choque entre carros	1
Teoria das colisões	Choque entre tartarugas	2
Energia de ativação	Mínimo de exercícios para aquecer o corpo	1
Complexo ativado	A substância que o leite condensado se torna antes de se tornar brigadeiro	1
Concentração	Quanto mais açúcar mais doce o suco fica.	1
Complexo ativado	Quem não é nem feio nem bonito	1
Concentração x velocidade	Jogo de sinuca	
Concentração x velocidade	Engavetamento no trânsito	
Concentração x velocidade	Jogo de bolas de gude	
Colisão efetiva	Uma lâmpada cai no chão	2
Colisão efetiva	Um martelo quebrando um ovo	1
Colisão efetiva	Choque de um avião em um prédio	4
Colisão efetiva	Atropelamento	2

Neste momento da aula, os alunos ficaram confusos e demoraram um pouco a entender a sistemática de preenchimento. Eles não compreendiam como a ficha deveria ser preenchida, questionavam sua necessidade e a pontuação que essa atividade acrescentaria em suas médias. Por isso, muitos inventaram suas próprias analogias em relação ao alvo, no intuito de receber, quem sabe, uma maior nota.

As fichas geraram certa desordem, em uma sala de aula em que os alunos conversavam muito, sua utilização trouxe vantagens e desvantagens.

No dia seguinte, a aula ocorreu no primeiro período e os alunos chegaram, em sua maioria, no horário certo, porém pelo menos um quarto da turma chegou após o início da aula. O professor iniciou suas atividades, mas ainda houve conversa dos alunos.

Nesta aula, utilizei mais os dados da observação, pois, a transcrição do áudio foi muito prejudicada pelas conversas dos alunos e pelos ventiladores de teto da sala de aula que interferiram demasiadamente na qualidade do áudio.

Os alunos estão chegando e conversam...

PROFESSOR: começa a fazer o quadro comparativo das similaridades

PROFESSOR: pede silêncio.

PROFESSOR: pede ajuda dos alunos pra fazer o quadro

Alguns alunos participam e querem participar, mas a conversa e os ventiladores tornam a sala de aula um lugar impróprio para aprendizagem.

PROFESSOR: Pede silêncio.

A turma conversa incessantemente, o professor faz uma coisa e os alunos estão completamente dispersos.

ALUNOS: Participam, mas não consigo fazer a transcrição pelo barulho.

Alguns alunos continuam a participar e os outros conversam paralelamente sobre os mais variados assuntos.

O professor fez, no quadro da sala de aula, o esquema das similaridades proposto no dia anterior e feito pelos alunos na ficha 1.

Apresentamos, a seguir, o quadro elaborado pelo professor.

Quadro 16 - Similaridades mediadas pelo professor na lousa

Ordem	ALVO	ANÁLOGO
1	Complexo Ativado	Brigadeiro cozinhando
2	Energia de Ativação	Energia mínima que desloca o maxilar
3	Colisão Efetiva	Colisão de carros em alta velocidade
4	Colisão Não Efetiva	Colisão de tartarugas

Nesta aula, estabeleceu-se uma dinâmica de propostas de analogias por parte dos alunos, demonstrando que haviam entendido a dinâmica do processo analógico.

O professor, neste momento, poderia ter focado nas analogias que ele já tinha utilizado, para que os alunos seguissem uma linha de raciocínio. Porém, o que ocorreu em sala de aula foi que os alunos começaram a propor analogias e o professor foi dando respaldo. Porém, sem ser possível observar a validade destas analogias e sua abrangência, como na observada acima, entre energia de ativação e o deslocamento do maxilar por um soco. Analisando-se esta analogia, verificamos que ela tem um sentido funcional, pensando que o soco está associado a uma força que poderá deslocar o maxilar ou não.

Foram criadas várias analogias pelos alunos.

Os alunos começam a criar outras analogias sobre o conteúdo científico,

ALUNOS: Quanto mais açúcar mais doce, a correlação deste exemplo segundo o professor foi o açúcar – concentração, doce a velocidade. Um aluno pergunta, diz que não compreendeu a analogia, o professor tenta esclarecer a ideia do outro aluno.

PROFESSOR: A ideia é de proporção, não é que ela fale de velocidade, tão quanto maior a quantidade de açúcar mais doce fica o suco, quanto maior a concentração maior a velocidade da reação.

ALUNOS: Conversa...

Criou-se uma nova dinâmica na sala de aula, pois, na aula anterior o professor havia pedido aos alunos que preenchessem a ficha número 1, com as similaridades entre os análogos expostos na aula sobre Cinética Química e o conteúdo científico. Porém, no preenchimento da ficha utilizou novas analogias, feitas pelos alunos, e gerou uma desordem no sentido de

organização da aula e de organização da utilização de analogias de forma estruturada.

3.2.2.2.2 Ficha 2, professor 2: limitações da analogia

Nesta ficha, buscam-se as diferenças entre o alvo e o análogo. O professor deve esclarecer aos alunos onde a analogia falha ou não corresponde, para, caso ele não tenha conseguido visualizar isso sozinho, ele consiga com os olhos de seu professor, esclarecendo os limites de sua analogia.

Passados 20 minutos, há uma conversa generalizada...

Oh! Coloca aí - ficha 2, coloquem nome, número e a data

Todos conversam ao mesmo tempo.

PROFESSOR: Colocou aí ficha 2, nome e número

Então ontem nós fizemos as correspondências onde um corresponde com o outro, esse que a gente fez no quadro agora.

Por exemplo, não é pra copiar,

O carro é uma molécula?

ALUNOS: NÃO, óhhhhh!

Conversa ...

Alguns alunos estão com dificuldade de entender...

PROFESSOR: É em relação ao conteúdo que a gente estudou ontem!

PROFESSOR: Pessoal eu não quero que vocês fiquem usando a imaginação e criando mais analogias

Eu quero que vocês foquem na aula que eu dei ontem

Eu quero que vocês foquem no carro e na tartaruga

Parece a bolsa de valores!

Em certo momento, o professor pediu para que um aluno se retirasse da sala de aula, devido à conversa exagerada, e a partir deste momento a conversa diminuiu, contribuindo para uma maior atenção por parte dos alunos.

Os alunos começaram a participar e escutar a opinião uns dos outros e a do professor também, começaram a surgir mais ideias e trocas entre aluno-aluno e professor-aluno.

É importante no processo da aula que os alunos falem, imaginem e troquem ideias. Ao professor cabe orientar essas manifestações no sentido proposto para a atividade, conforme a observação abaixo:

PROFESSOR: As moléculas não quebram, moléculas quebram?

Então a colisão não efetiva as moléculas se chocam e não quebram a ligação agora com a analogia que eu usei ontem o que ocorre.

As tartarugas elas vão desviar uma da outra, então o que acontece, nas moléculas elas tem que entrar em contato uma com a outra, e as tartarugas elas se desviam ficam do lado uma da outra, entenderam então o que eu quero? Quero exemplo de coisas que não correspondem, coisas que podem complicar vocês.

Esqueçam as analogias que vocês criaram agora e pensem nas analogias que a professor colocou pra vocês, é nelas que vocês têm que trabalhar agora.

É notável também que o professor busca o planejamento estabelecido quando diz: “Esqueçam as analogias que vocês criaram agora e pensem nas analogias que o professor colocou pra vocês, é nelas que vocês têm que trabalhar agora”.

Observando esta aula, notamos que os alunos apresentaram dificuldades em identificar as limitações das analogias, pareciam não conseguir relacionar o alvo e análogo.

Como na primeira ficha, na segunda os alunos demoraram em compreender como preenchê-la, porém, mostram-se interessados em preenchê-la.

Resultados da Ficha 2

Na ficha 2, para detecção das limitações das analogias, os alunos se mostraram cansados. Isso pode ser verificado pelos dados do Quadro 17.

Quadro 17 - Respostas dos alunos, professor 2, ficha 2: limitação da analogia

CONTEÚDO CIENTÍFICO	ANALOGO	Nº de Respostas
Moléculas	Tartarugas não são moléculas	1
Moléculas	Carros não são moléculas	1
Moléculas vão sempre se chocar	Tartarugas vão se desviar	1
Moléculas vão sempre se chocar	Carros não se batem sempre	1

Vinte e três (23) alunos indicaram na ficha, novamente, as semelhanças entre alvo e análogo ao invés das limitações das analogias

Dois (2) alunos devolveram a ficha em branco. As respostas do quadro acima foram feitas por um (1) aluno, pois, somente um aluno conseguiu entender a forma de preencher a ficha 2.

Na aula em que foi aplicada a ficha 2, os alunos não se mostraram atentos ao que o professor falava, o que se comprova pela quantidade maciça, 93,1%, de alunos que a preencheram de forma errônea, escrevendo na ficha as similaridades entre alvo e análogo, novamente. Dois (2) alunos não preencheram a ficha, somando-se, por dedução, aos que não entenderam como fazê-lo. Neste dia a aula terminou com os alunos entregando para o professor a ficha dois.

Na terceira aula o sinal bate às 07h00min, como é de costume nesta escola, porém os últimos alunos chegaram às 7h15min e, só neste momento, o professor começou a aula.

PROFESSOR: Então na analogia da tartaruga qual eram as coisas que correspondiam?

Por exemplo: Colisão não efetiva – choque entre as tartarugas, o que significa isso?

As tartarugas se chocam e vai acontecer alguma coisa?

ALUNOS: Não vai acontecer nada, as tartarugas vão ficar iguais?

PROFESSOR: É a mesma coisa na colisão não efetiva as moléculas se chocam e não vai acontecer nada também, elas vão ficar iguais, entendeu isso que eu queria que vocês (Sirene de um carro que passa em frente à escola, na rua, e prejudica o áudio).

E a colisão efetiva choque entre os carros, pois modifica as moléculas... Mais alguma coisa que corresponde?

Ham?

O professor retomou a ficha 1, das similaridades, foi à lousa e refez o quadro (Quadro 18), com ele no comando e a participação dos alunos, porém, com o foco no objetivo proposto, que era trabalhar com os análogos propostos e relacioná-los ao alvo. Assim, o professor retomou o planejamento de aplicação dos passos da TWA.

Quadro 18 - Novo quadro das similaridades feito pelo professor na lousa

	ALVO	ANÁLOGO
1	Moléculas se movimentam	Tartarugas e carros se movimentam
2	Colisão Não Efetiva	Choque entre carros (baixa velocidade)
3	Colisão Efetiva	Colisão de carros em alta velocidade
4	Colisão Não Efetiva	Tartarugas colidindo (choque)

Em seguida, o professor iniciou a discussão das limitações da analogia que corresponderiam à ficha 2

PROFESSOR: E coisas que não correspondem?

Por exemplo, aqui eu estou falando em moléculas e aqui eu estou falando em tartarugas.

As moléculas andam assim como as tartarugas? Não

Então tartarugas andam e moléculas não andam!

As tartarugas trombam entre si, não elas podem se desviar já as moléculas não vão se desviar.

Outra coisa eu enxergo tartarugas e carros, sim!

E moléculas eu enxergo? Não

Então as tartarugas estão a nível macroscópico e as moléculas estão a nível microscópico, a gente não consegue enxergar!

Então essas são diferenças entre o conteúdo e a analogia.

É como o choque entre os carros, o choque entre os carros é o que?

ALUNO: Barbeiragem, risos

PROFESSOR: Sem graça!

Então a colisão pra ser efetiva os carros podem estar paradinhos na garagem, então a colisão pra ser efetiva depende da velocidade.

Carro desvia um do outro?

ALUNOS: Desvia

PROFESSOR: E moléculas? Não

A molécula tem rodas?

ALUNOS: Não

PROFESSOR: Então tem muitas diferenças que vocês têm que observar pra não confundir conteúdo científico da analogia que eu estou usando!

Conversas simultâneas.

... Nota-se os alunos brincando e discutindo as diferenças entre alvo e análogo.

O professor mostrou a limitação, no quadro de giz, explicando cada caso, alertando e explicando aos alunos que devem ter cuidado para não

confundir o alvo e o análogo, pois, são parecidos e, ao mesmo tempo, muito diferentes. Apresentamos esta ação do professor no Quadro 19.

Quadro 19 - Limitações efetuadas no quadro de giz pelo professor

	ALVO	ANÁLOGO
1	Moléculas	Tartarugas - não são moléculas
2	Moléculas	Carros – não são moléculas
3	Microscópico	Macroscópico
4	Moléculas não caminham	Tartaruga caminha

Observamos que, ao fazer as correspondências e não correspondências no quadro, o professor retomou e sintetizou o processo, esclarecendo dúvidas dos alunos.

3.2.2.2.3 Ficha 3

Esta ficha teve como objetivo possibilitar ao aluno sintetizar o que aprendeu sobre o conteúdo científico, fazendo com que ele expressasse o conhecimento adquirido na aprendizagem do conteúdo.

PROFESSOR: Bom agora eu vou passar uma ficha, pra vocês preencherem, coloque nome, turma e número, que vai valer como avaliação!

Notamos, na observação em sala de aula, que, apesar de o professor alertar os alunos que a ficha 3 seria uma avaliação, todos a preencheram com o caderno aberto. O professor deixou no quadro as similaridades e as limitações da analogia. Enquanto os alunos escreviam na ficha 3, o professor iniciou a chamada, o que pode ter desfocado quem estava concentrado. Os que terminavam o preenchimento conversavam em voz alta, enquanto os outros continuavam. Os resultados são apresentados abaixo.

Quadro 20 - Resultados obtidos na ficha 3

RESPOSTAS	Nº DE ALUNOS
Respostas corretas científicas	14
Respostas corretas científicas usando analogias para exemplificar	5
Respostas erradas justificadas com analogia	6
Respostas utilizando apenas as analogias	1

O resultado deste preenchimento nos mostra que, apesar da conversa durante o preenchimento, os alunos conseguiram alcançar um bom número de respostas corretas. Os alunos apresentaram seis respostas erradas para 19 corretas. Um aluno usou apenas analogias para explicar o conteúdo científico, demonstrando falhas na limitação das analogias utilizadas pelo professor, nesta sala de aula. O processo de aplicação foi muito tumultuado, isso pode ter prejudicado o processo de ensino e aprendizagem utilizando analogias.

3.2.2.3 Análise das analogias utilizadas pelo professor 2, segundo modelo TWA.

No Quadro 21 apresentamos os passos do modelo TWA, aplicados pelo professor 2 na construção das analogias

Quadro 21 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 2

PASSOS ATIVOS	PASSOS DO MODELO TWA	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Ajuste	0. Levantamento da familiaridade entre análogo e aluno	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
	1. Introdução do conceito alvo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
	2. Sugestão do conceito análogo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
2. Ação	3. Identificação de características relevantes do alvo e análogo	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Não contemplado
	4. Mapear similaridades	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Não contemplado
	5. Indicar onde a analogia falha	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
3. Reflexão	6. Esboçar conclusões	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado

Analisando-se o quadro acima, verificamos que o professor deixou de contemplar alguns passos do modelo TWA na aplicação das analogias. O passo 6 não foi contemplado em nenhuma das analogias. Em sua aula final, o professor encerrou sem fazer uma última explanação sobre o conteúdo científico abordado durante suas aulas sobre Cinética Química. Notamos que os alunos o fizeram ao preencherem a ficha de número 3. Provavelmente, o professor ao ler as fichas verificou as conclusões dos alunos.

Na primeira analogia o professor não contemplou o passo 3 e não apresentou as características relevantes do análogo.

Na terceira analogia não contemplou três passos do modelo TWA, os passos 3, 4 e o já mencionado passo 6. Essa analogia, como já relatado, foi inserida de forma espontânea.

O professor contemplou o passo 4, utilizando o análogo sobre a velocidade mínima em que ocorre uma modificação na estrutura dos carros, ou seja, o professor utilizou carros como análogo. E carros são análogos utilizados na analogia um e dois. Então, no momento da limitação, o professor falou nos carros e em outras características relacionadas, limitando, desse modo, a analogia 3. No entanto, ele não retomou ou mencionou a analogia utilizada por ele, confirmando sua utilização de forma espontânea.

3.2.2.4 Classificação das analogias utilizadas pelo professor 2, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)

No Quadro 22 apresentamos a classificação das analogias utilizadas pelo Professor 2.

Quadro 22 - Classificação das analogias professor 2

continua

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS	ANALOGIAS PROFESSOR 2	
1. Tipo de Relação Analógica	1ª analogia	Funcional
	2ª analogia	Funcional
	3ª analogia	Funcional
2. Formato de Apresentação da Analogia	1ª analogia	Verbal

Conclusão

	2ª analogia	Verbal
	3ª analogia	Verbal
3. Nível de Abstração da Analogia	1ª analogia	Concreto-abstrata
	2ª analogia	Concreto-abstrata
	3ª analogia	Concreto-abstrata
4. Posição da Analogia	1ª analogia	Ativador embutido
	2ª analogia	Organizador Avançado
	3ª analogia	Pós-sistematizador
5. Nível de Enriquecimento	1ª analogia	Estendida
	2ª analogia	Enriquecida
	3ª analogia	Enriquecida

O professor aplicou a relação analógica funcional em suas aulas, ou seja, analogias que tinham relação somente em sua funcionalidade, como na analogia entre velocidade do carro no momento da batida ou acidente e a velocidade das moléculas no momento do choque. Notamos que o ponto de intersecção entre alvo e análogo é a velocidade.

Quanto ao formato de apresentação da analogia, verificamos que o professor apresentou o análogo aos alunos de forma verbal, cabendo aos alunos imaginarem, cada um a sua maneira, os análogos propostos.

O nível de abstração da analogia não variou e foi concreto-abstrato, sendo o análogo real, macroscópico e visível, então concreto, e o alvo microscópico e não visível sendo, assim, abstrato.

O professor variou a posição da analogia, sendo a segunda proposta antes de explicar o alvo. A primeira analogia foi proposta antes e depois do conteúdo científico. Foram usados 2 análogos para explicar um alvo.

Quanto ao nível de enriquecimento o professor utilizou uma analogia estendida, em que se valeu de dois análogos para a explicação de um alvo com a aplicação de alguns passos do modelo TWA. As duas analogias foram enriquecidas com aplicação de alguns passos do modelo TWA.

3.2.3 Resultados da avaliação professor 2: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas

O professor usou analogias para explicar uma colisão efetiva e uma colisão não efetiva, parte presente no conteúdo de Cinética Química. Para

explicação da colisão efetiva, lançou mão da analogia de uma colisão entre dois veículos (carros), já para colisão não efetiva ele utilizou como análogo o choque entre duas tartarugas.

O professor aplicou esta avaliação em duas turmas da mesma série de uma escola pública da área central de Campo Grande – MS, uma na qual ele havia utilizado as analogias e outra na qual ele utilizou somente o conteúdo científico, aplicada uma semana após a realização das aulas, sem aviso prévio.

Resultados analisados neste quadro:

- Respostas corretas científicas;
- Respostas corretas usando analogia para justificar;
- Respostas erradas;
- Respostas incorretas usando analogia na explicação;
- Respostas utilizando apenas analogia.

O grupo controle, no qual não se utilizou analogia, é composto por 22 alunos e o grupo experimental, em que a analogia foi aplicada tem 26 alunos, todos de uma escola da rede pública estadual na área central da cidade de Campo Grande - MS.

Quadro 23 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão do professor 2

RESPOSTAS	GRUPO CONTROLE	GRUPO EXPERIMENTAL
Respostas corretas científicas	7	10
Respostas corretas justificando com analogias	0	9
Respostas erradas	15	3
Respostas incorretas usando analogia na explicação	0	4

O percentual de respostas corretas no grupo experimental (grupo onde foram utilizadas analogias como recurso didático de ensino e aprendizagem), apesar de o processo de aplicação da analogia ter sido um tanto confuso, foi bem superior ao de respostas corretas no grupo controle (grupo em que o professor não utilizou analogias no ensino dos conceitos químicos).

Pode-se verificar, nos quadros acima, que o grupo controle apresentou 7 respostas corretas e 15 respostas incorretas. No grupo experimental, no qual o professor usou analogias para ensinar, têm-se 19 respostas corretas e 7 respostas incorretas. Isto demonstra que as analogias foram eficientes no processo de ensino aprendizagem, na turma desta escola, e que os alunos tiveram bom desempenho, em relação à outra turma, na qual não se aplicaram as analogias.

No entanto, há um fato preocupante: a fixação das analogias em detrimento do conteúdo científico. Os dados nos mostram que 13 alunos tentaram responder usando uma analogia para explicar os fatores que influenciam a velocidade das reações. Destes, 9 responderam corretamente, mas com explicações usando o análogo; 4 responderam errado e com explicações com analogia.

Estas respostas com utilização de analogias, certas ou erradas, revelaram que as analogias não foram bem explicadas e limitadas pelo professor, alertando para o perigo de seu uso. Pois, um dos aspectos principais do uso de modelos estruturados para ensinar com analogias é fazer com que os alunos, no fim do processo, tenham clara a distinção entre o alvo e o análogo.

Em contrapartida, como já mencionado, o uso de analogias melhorou os níveis de aprendizagem dos alunos quando comparados com os resultados do grupo controle, pois, embora 4 respostas corretas sejam explicadas com analogias, das 19 respostas corretas usando ou não analogias para explicar o conteúdo científico, o índice de aprendizagem foi substancialmente mais elevado. As respostas corretas que continham analogias misturam conteúdo e analogia, porém o conteúdo correto está presente e pode ser remediado pelo professor explicando novamente a limitação das analogias utilizadas. No grupo controle 15 das respostas foram erradas e para remediar esse índice o professor terá que re-ensinar esse conteúdo.

3.2.4 Entrevista final

Visando buscar no professor suas impressões e opiniões sobre o uso de analogias de forma estruturada, segundo modelo TWA, fizemos alguns questionamentos.

ENTREVISTADOR: Em sua opinião como você vê a aplicação das analogias de forma estruturada? O que tu achaste?

PROFESSOR: Da aula propriamente dita ou da aplicação da analogia?

ENTREVISTADOR: Da aplicação da analogia do que tu preferir falar.

PROFESSOR: Eu acho que aplicação da analogia ela é bem válida, mas da forma que foi feito eu particularmente não gostei, então assim esse negócio de preencher fichas e tal não ficou muito legal acho que eles não gostaram muito, acho que ficou uma coisa assim meio cansativa parece que não rendeu essa é a palavra certa.

A outra sala que não teve a aplicação da analogia que foi o grupo controle, a coisa fluiu muito melhor na minha opinião, né?

Outra coisa é que eu não estou acostumada a sentar e planejar analogia como eu já te falei, a analogia acontece conforme a necessidade, depois que você deu aquele curso e explicou o que era analogia, eu parei pra perceber que sempre uso analogia, porém nunca são planejadas, sempre acontece.

No trecho citado acima, notamos que o professor mostra descontentamento com a utilização das fichas para sistematizar o ensino com analogias, pois, segundo ele emperraram o processo de ensino e aprendizagem na sala de aula. Nas aulas deste professor, as fichas não produziram o resultado esperado. O professor comentou também que, embora utilize sempre analogias, nunca as havia planejado, demonstrando que o curso modificou sua prática.

Porém, procuramos investigar outras questões que o desagradaram na utilização de analogias de forma estruturada.

ENTREVISTADOR: Eu gostaria que tu falasses o que tu acha que prejudicou neste modelo TWA aqui que a gente utilizou no desenvolvimento das analogias?

Que tu achaste que não deu certo? Que mudaria neste procedimento?

PROFESSOR: O preenchimento das fichas, parar a aula, parar o conteúdo para preencher fichas! Entendeu e eu acho também pelo que eu dei uma olhada por cima das últimas fichas que eles

entregaram por que nos outros dois eles tentaram inventar analogias, mas neste último que eles entregaram o que eu percebi foi que eles tentaram responder o que a gente queria saber e não o que eles sabiam mesmo entendeu então eu acho que isso foi um ponto falho neste método. Então assim se eu tivesse simplesmente utilizado as analogias e ponto, dando continuidade no conteúdo passando um exercício eu acho que o efeito seria muito melhor, do que parar pra preencher a ficha independente de ser eu ou eles que preenchessem a ficha independente, eu to lá no meio da aula invento uma analogia, por que eu não planejo analogia, inventei uma analogia aí de repente eu falo pessoal agora vamos parar que eu vou fazer um quadro aqui pra ver quais são as correspondências, as coisas que não correspondem, daqui a pouco a gente volta aqui no conteúdo, não vinga!

Eu acho que foi o preenchimento de quadros, esta falta de sequência no conteúdo.

O professor continuou a criticar o uso de fichas, pela sua descontinuidade, por quebrar a sequência dinâmica da aula. Posteriormente, disse que os passos a serem seguidos, limitação e similaridades, de forma que todos os alunos possam visualizar tira a sequência da aula.

ENTREVISTADOR: Mesmo hoje quando tu preenchestes os quadros sozinha tu achas que não deu certo?

PROFESSOR: Então eu pensei sobre isso um pouco depois, mas eu acho que vai tipo quebrar a sequência, entendeu? A gente tá falando do conteúdo científico e pá você faz uma analogia pra entre aspas “dar o exemplo” pra ver se eles mentalizam aquilo, concretizam, e de repente eu paro pra preencher quadro. Eu acho porque eu não testei eu preencher no quadro sem eles preencherem pode ser uma próxima experiência, mas eu acho que quebraria a didática eu quebraria a sequência e talvez depois ficaria difícil eu ... Por que na realidade na hora que eu falo analogia eles não sabem que eu to falando analogia, pra eles eu to usando uma coisa pra tentar o entendimento. Então na hora que eu falo analogia, vamos fazer uma comparação entre analogia e o conteúdo científico eles já opa! Péra aí! Que tá acontecendo? Que isso?

Talvez se isso fosse enquadrado na metodologia, na didática talvez funcione talvez, desse certo.

O professor demonstrou ainda estar reflexivo com esse novo conhecimento sobre analogias; acredita que a estruturação da analogia, feita por ele no quadro, pode dar certo, contradizendo sua fala anterior.

Disse que talvez não haja necessidade de esclarecer ao aluno que metodologia está sendo usada. Talvez, o professor pretendesse indicar que se pode discutir as limitações e correspondências das analogias sem, no entanto, indicar passos da TWA e referências como alvo e análogo.

Os alunos devem ser informados e munidos desta metodologia para que possam, não apenas nesta aula ou disciplina, mas em outras também, no futuro, discernirem o alvo e o análogo, caso algum outro professor use analogias espontâneas.

ENTREVISTADOR: Mas tu não acha que é positivo fazer essa limitação da analogia, pra que eles não formem ou reforcem concepções alternativas?

PROFESSOR: E você não acha talvez que isso possa complicar ainda mais? Por que tipo assim, você não viu aquele dia que eu falei assim, ahmm, que moléculas não são carros, daí o aluno falou assim: - mas carros têm moléculas.

Então quer dizer é uma coisa que anteriormente eles não haviam pensado nisso, mas na hora que eu coloquei o problema pra eles, eles: - mas carro tem moléculas, e isso não é mentira, e aí?

ENTREVISTADOR: É na realidade esse conhecimento eles já tinham, mas no momento que tu fala no carro.

PROFESSOR: Exatamente só que se eu não tivesse falado eles não teriam essa... Isso não teria vindo à tona.

ENTREVISTADOR: Exatamente.

PROFESSOR: Entendeu? Então eu acho assim que têm alunos, eu percebo isso, que tem alunos, eu tive uma experiência sua aqui, tem alunos que na hora que tu joga a analogia pra eles, se eles já têm uma concepção na cabeça dele que entra em confronto com o que eu to falando ele já pergunta na hora ele já coloca um monte de obstáculos na hora, e aí você tem que se revirar, entendeu? Que nem eu tava falando de forças intermoleculares. Forças intermoleculares não polaridade, no primeiro ano. Daí tava a molécula de gás carbônico e eu tava explicando porque ela era polar. E aí tava difícil saber que as forças são iguais dos dois lados e aí eu simulei um cabo de guerra, daí eu tão tá então vamos fazer um cabo de guerra, falei tem três meninas fraquinhas de um lado e outras três meninas com a mesma fraqueza do outro lado, elas vão puxar a corda vai sair do lugar a corda?

Não professor todo mundo é fraquinha igual, tá agora vamos supor que eu tenha as mesmas três fraquinhas de um lado e uma fortona do outro lado,

Ah professor, mas ela pode ser forte, mas só de músculo grande, não de força!

Então quer dizer já criou um problema ali, entendeu? Então os alunos que podem trazer essas pré-concepções, que podem criar um obstáculo epistemológico isso na hora já tem, ele já trás, porque realmente a pessoa pode ser forte de músculo e na hora de uma briga perde para um magrinhozinho.

O professor citou os exemplos de analogias utilizadas por ele, no exemplo do carro em que o professor falou que o mesmo não é uma molécula e o aluno responde que carro é feito de molécula.

Em certo trecho, o professor falou em um cabo de guerra e mencionou três meninas fracas contra uma forte. Na realidade o problema todo está na aplicação de forma espontânea do análogo que ele usou, pois, ele não mensurou a força de cada menina fraca e nem a força da menina forte, podendo realmente ser questionado. Se ele usasse uma muito fraca contra uma muito forte estaria resolvido o problema, ou seja, o professor tem que pensar a analogia antes de aplicá-la para que o faça de forma satisfatória para ele e para o aluno.

Investigamos quais aspectos ele considera positivo na aplicação das analogias de forma estruturada.

ENTREVISTADOR: Quais aspectos que você acredita contribuem para aprendizagem do aluno na aplicação da analogia?

PROFESSOR: Eu acho que é justamente a relação que eles fazem depois né, às vezes fica com aquele negocio lá martelando, e ah que é isso? Ah isso parece com aquilo, então é tu, tu, tu.

Então acho que de uma certa forma acaba organizando o raciocínio do aluno, quando ele precisa usar aquele conteúdo que foi usado analogia.

O professor acredita que a analogia contribui para estruturação do raciocínio do aluno na aprendizagem de conceitos químicos. Buscando as perspectivas do professor quanto à aprendizagem do conteúdo de Cinética Química nas aulas por ele ministradas com uso de analogias de forma estruturada, segundo o modelo TWA, indagamos:

ENTREVISTADOR: Tu acreditas que estas analogias que tu aplicaste irão contribuir ou não contribuir, com a aprendizagem nos conteúdos científicos onde foram utilizadas?

PROFESSOR: Eu acho que contribuem, contribuem.

O professor demonstrou que estava refletindo sobre a aplicação das analogias de modo estruturado, mas, ainda assim, acredita que elas deram um bom resultado em sua prática no ensino de alguns conceitos de Cinética Química. O que pode ser verificado no resultado das avaliações dos grupos controle e experimental deste professor.

3.2.5 Síntese professor 2

A escola pública, na qual o professor 2 leciona, situa-se na região central da cidade de Campo Grande – MS. O professor não desenvolveu todos os passos propostos para utilização das analogias de forma estruturada, para auxiliar no ensino do conteúdo de Cinética Química. Ainda assim, os resultados obtidos na aprendizagem dos alunos foram satisfatórios, considerando-se as notas na avaliação do grupo experimental relativamente ao grupo controle.

Houve na formação do conhecimento de alguns alunos o surgimento de concepções alternativas, geradas pelo uso das analogias, sem o rigor científico necessário.

O professor utilizou fichas para aplicação das analogias, segundo o modelo TWA, que, nesta turma, foram motivo de descontentamento por parte dos alunos e professor. Os alunos, inicialmente, não entenderam a utilidade das fichas nem o seu mecanismo de utilização, desviando um pouco o foco do conteúdo científico e valorizando o preenchimento das fichas.

O professor 2 expressa na entrevista final que, provavelmente, não utilizaria o modelo TWA em uma próxima oportunidade, pois, as analogias estruturadas modificam muito o desenvolvimento da aula e tiram o foco do aluno, do conteúdo para as analogias. Porém, afirma que não irá deixar de usar analogias, o que nos faz concluir que ele continuará a fazê-lo de forma espontânea.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 3

3.3.1 Entrevista inicial

A pesquisa com o professor 3 começa com uma entrevista semiestruturada, com a qual buscamos seus conceitos sobre as analogias.

No trecho da entrevista abaixo, questionamos se o professor tem contato e se as analogias fazem parte do seu mundo.

Entrevistador: Professor onde tu achas que nós encontramos as analogias? Em todo ambiente que tu transita tu enxergas as analogias onde?

PROFESSOR: Principalmente na escola, mas em qualquer local onde alguém está ensinando ou aprendendo.

Entrevistador: E essas analogias partem dos alunos também?

PROFESSOR: A com certeza, bastante! Tanto de quem aprende quanto de quem ensina. Quem ensina, ensina fazendo analogias e quem aprende, aprende fazendo analogias.

O professor afirmou que, em sua opinião, as analogias estão em todo processo de ensino e aprendizagem. “Quem ensina, ensina fazendo analogias e quem aprende, aprende fazendo analogias”.

Como o professor admite as analogias em seu cotidiano investigamos se ele faz uso delas.

ENTREVISTADOR: Tu usas analogias nas tuas aulas?

Muito, muito!

ENTREVISTADOR: Como que propósito?

Tentando fazer com que o aluno aprenda. A ideia da analogia é tentar de uma forma simplificada, sabe? Trazer a realidade mais próxima dele! Principalmente no meu conteúdo que é muito abstrato!

O professor esclarece acima que usa as analogias em sua prática com o intuito de melhorar a aprendizagem dos alunos no conteúdo abstrato da química. Perguntamos em qual conceito ele mais aplica e pedimos que citasse um exemplo de como as utiliza.

ENTREVISTADOR: Qual é o conceito, se tu lembrar agora, que tu mais usas analogias na tua prática?

PROFESSOR: Aham. Acho que com certeza é a parte de Cinética Química, é a que eu mais faço analogias. Mas eu faço analogias em tudo, em todo conteúdo de química, mas Cinética Química agora que eu me recordo, é uma que eu costumo dar a aula toda de forma analógica.

ENTREVISTADOR: Lembra de algum exemplo?

PROFESSOR: Ah, tem vários, por exemplo, eu faço uma analogia do catalisador com um amigo ou amiga, quando o garoto tá querendo namorar alguém e tem um amigo para apresentar, ele não conhece a menina, mas tá interessado na menina, então ele pede para o amigo:

- Ah cara, apresenta essa menina pra mim!

Então esse cara que tá apresentando eu faço uma analogia com um catalisador!

Procuramos investigar, também, qual a visão do professor sobre as analogias na sua prática pedagógica e se ele acreditava na eficácia delas em suas aulas.

ENTREVISTADOR: As analogias, na tua opinião, dão uma boa resposta na tua prática docente? Te ajudam a ensinar?

PROFESSOR: Com certeza me ajudam, me ajudam muito, pelo menos eu tenho essa impressão.

ENTREVISTADOR: Elas contribuem na aprendizagem dos alunos também, tu achas?

PROFESSOR: Eu espero que sim, estou fazendo isso com essa intenção eu espero que esteja contribuindo.

ENTREVISTADOR: Então você acha que as analogias contribuem com a aprendizagem?

PROFESSOR: Sim, contribuem com a aprendizagem. Eu espero que estejam contribuindo!

Nas respostas transcritas acima, o professor deixa claro certa incerteza, de que as analogias que ele usa em sala de aula têm uma boa resposta em sua prática, abrindo, no final de cada resposta, a possibilidade de que estas analogias possam não ser tão benéficas, afirmando sempre que as utiliza com o intuito de auxiliarem didaticamente de forma benéfica a aprendizagem dos alunos.

Em seguida, questionamos que conceito o professor tinha das analogias no ensino.

ENTREVISTADOR: O que são analogias, que tu acha que é? Qual o conceito de analogia?

PROFESSOR: Na verdade eu não tenho uma definição clara de analogias. Eu tenho a impressão que analogias é explicar algo com dificuldade... Bastante abstrato através de algo que se assemelha, mas de forma real. O exemplo que eu dei do catalisador, que você dizer que o catalisador acelera uma reação é estranho para o aluno. Agora você dizer que você tem chance com aquela menina se o seu amigo não te apresentar?

- Tem chance, mas é mais difícil!

- Isso mais difícil.

Mas se o cara te apresentar?

- Ah, eu acho que aí eu tenho mais chance.

Daí falo: - Exato.

Isso é o catalisador, eu to tentando trazer a realidade. Tentando resolver o problema do abstrato com aluno.

O professor disse não ter um conceito, mas que lança mão de analogias para explicação de conceitos difíceis, abstratos com algo que se assemelhe a esse conceito de forma real. Ele citou uma analogia que usa e, neste momento, perguntamos:

ENTREVISTADOR: Como você elabora, prepara uma analogia, pensa ela, estrutura ela?

PROFESSOR: A maior parte das analogias que hoje eu utilizo foram criadas no momento da aula. Mas com o passar do tempo a gente vai aperfeiçoando de forma a não deixar frestas para uma dupla interpretação, né? Deixar de forma que o aluno possa sempre que ele pensar naquela analogia aquilo realmente represente para ele o conceito envolvido.

Neste momento, o professor demonstrou sua preocupação em limitar a analogia, para que os alunos consigam formar em suas mentes o conceito científico em conjunto com a analogia, mas que dissociem uma da outra. Ele falou que tenta não deixar frestas para dupla interpretação, então procuramos saber um pouco mais sobre isso.

ENTREVISTADOR: Você já notou na hora de uma avaliação se o aluno não grava o conteúdo científico, mas lembra das analogias, ele responde através da analogia apenas em detrimento do conteúdo científico?

PROFESSOR: Já, notei infelizmente isso acontece sim, e nesses casos é justamente aí que eu tento evitar a continuação do uso da analogia. É através da prática que eu vou melhorando, então em alguns casos eu percebo que não dá para usar analogia porque o aluno fica só na analogia, não relaciona então eu não posso utilizar mais ou eu tenho que aperfeiçoá-las de forma a poder ser usada.

No trecho acima, o Professor 3 falou que nota, às vezes, que na hora de uma avaliação o aluno responde usando as analogias por ele inseridas na sala de aula, porém isso para ele é um alerta de que essas analogias devem ser

aperfeiçoadas. Neste momento ele não explica como e perdemos a oportunidade de fazer esta pergunta.

Notamos uma preocupação do professor em aplicar as analogias de forma a não prejudicar os alunos e, caso ele observe que isto está ocorrendo, fará modificações ou a extirpará de sua prática pedagógica no ensino de conceitos químicos no ensino médio.

Esse professor, embora não tenha os conceitos e os conhecimentos científicos sobre o uso de analogias de forma estruturada, demonstrou inserir algumas características do modelo em sua prática docente.

3.3.2 Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA.

O professor iniciou a aula apresentando o conceito de Cinética Química e fazendo questionamentos aos alunos sobre o tema.

PROFESSOR: O que é a Cinética Química?

Bom a Cinética Química ela vai estudar como que as moléculas se comportam ao longo de uma reação, e por que uma reação química acontece ou não acontece?

O que nós podemos fazer para interferir neste processo?

O que nós podemos fazer pra que a reação aconteça ou não mais rapidamente ou não?

É isso que a Cinética Química estuda. Cinética química vai determinar então... Aham... Por que isso é importante?

Por que é importante saber se vai ter ou não vai ter a reação, se é mais rápido ou é mais lento por que é importante isso?

Estes questionamentos fizeram com que o aluno começasse a raciocinar sobre o conteúdo.

Quem consegue visualizar a importância da Cinética Química?

ALUNO: Para que a reação aconteça mais rápido.

PROFESSOR: Da um exemplo de uma situação que eu preciso fazer com que a reação aconteça rápido ou um exemplo onde eu preciso que uma reação aconteça lentamente!

ALUNO: Falou, mas não consegui identificar

PROFESSOR: Oi?

ALUNO: Preparar um alimento!

Para preparar o alimento eu preciso que seja rápido, quero que seja mais rápido tá ótimo!

E outra coisa, que seja que tem que ser lento? Que eu gostaria que fosse lento?

Quem poderia me dar um exemplo?

Ahm, uma reação química que naturalmente acontece rápido, mas eu gostaria que fosse lenta?

ALUNO: Colocar o alimento na geladeira.

PROFESSOR: Colocar o alimento, por exemplo, geladeira, porque daí vai estragar, vai demorar a estragar eu estou interferindo na reação, está aí a questão, beleza!

Então vocês perceberam que é importante interferir na velocidade das reações. Legal?

Tranquilo isso?

Ele interagiu com os alunos e estes respondem com exemplos de como as reações podem ser mais rápidas ou mais lentas e o professor os auxiliou. Eles demonstram estar atentos e concentrados, além de terem um aparente embasamento químico. Mas, aqui, o professor usou exemplos contextualizados e não analogias

Depois de explicar, interagir e integrar o aluno no que eles trabalharão na aula, o professor começou a utilizar exemplos, desta vez apresentados por ele, auxiliado pelos alunos.

Bom mas por que uma reação acontece? Ou por que às vezes acontece e às vezes não?

Por exemplo: vamos imaginar que eu tenha um recipiente contendo água e aí eu coloco o braço dentro do recipiente o que eu vou ter naquele momento?

O que eu vou ter nesse momento?

Ham? Que que eu tenho?

Um braço molhado! Um braço molhado! É isso que eu tenho! Não tenho mais nada, simplesmente eu tenho braço e água juntos, mais nada!

Agora ao invés de água, vamos colocar nesse recipiente ácido sulfúrico concentrado!

ALUNOS: Se manifestam, falando e rindo.

PROFESSOR: Aí você bota o seu braço lá, faz esse teste!

Que você vai ter?

ALUNOS: Todos falam ao mesmo tempo! Dando suas opiniões.

PROFESSOR: Primeiro um berro enorme vai sair e depois você vai perceber que deixou de existir braço! Risos

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Então tem que pensar o seguinte: Por que braço e água não reagem?

Braço e ácido sulfúrico reagem?

Por quê? É isso que nós temos que pensar!

Após estes dois exemplos, expostos pelo professor, ele começou a usar analogias em sua aula sobre Cinética Química.

3.3.2.1 Analogias utilizadas pelo professor 3

No Quadro 24 apresentamos as analogias utilizadas pelo Professor 3.

Quadro 24 - Analogias utilizadas pelo professor 3

	ALVO	ANÁLOGO
1	Reação Química	Relacionamento amoroso
2	Para ocorrer reação química tem que haver dois ou mais reagentes químicos	Para ocorrer um relacionamento amoroso temos que ter duas ou mais pessoas
3	Para que os reagentes reajam, eles têm que serem colocados em contato	Para que duas pessoas tenham um relacionamento é necessário que elas se encontrem
4	Afinidade entre os reagentes	Estarem afim, querer se relacionar
		Não estarem afim, não querer se relacionar
5	Produto Estável	Casal bom, estável que gostam um do outro
6	Maior Concentração aumenta a velocidade da reação	Lugar onde tem bastante gente aumenta a probabilidade de encontrar alguém para relacionamento
7	Variação da Temperatura e a velocidade da reação	Andar de carro, você chega a vários ambientes, e tem mais chance de encontrar alguém para se relacionar
		Andar de ônibus faz com que você chegue aos lugares sempre atrasado, diminuindo sua possibilidade de ter um relacionamento
8	Catalisador	Pessoa que você conhece que te apresenta a quem você está interessado. (Gênero feminino)
		Pessoa que você conhece que te apresenta a quem você está interessado. (Gênero Masculino)
9	Superfície de Contato	Ator famoso (Rodrigo Santoro)

O professor fez uso de dez (10) analogias sobre o conteúdo de Cinética Química. Não perguntou aos alunos se eles conheciam o análogo que ele iria utilizar. Todas as analogias usadas estavam baseadas em formas de ocorrer um relacionamento, os análogos eram peças de um relacionamento ou tinham a finalidade de unir duas pessoas ou mais. Os alvos eram elementos do conteúdo científico de Cinética Química e fatores que aumentam ou diminuem a velocidade da reação. Nota-se o uso de pessoas representando átomos e ou moléculas o que pode gerar formação de animismos, conforme já discutido anteriormente no relato do professor 1.

A primeira analogia foi a comparação entre a reação química e relacionamento entre pessoas e está descrita abaixo:

PROFESSOR: Por que determinadas coisas postas juntas não reagem e determinadas coisas postas juntas reagem?

Então nós queremos entender por que a reação ocorre?

Ao invés de falar disso eu vou fazer a seguinte pergunta:

Eu quero saber por que um relacionamento ocorre?

Então nós vamos deixar um pouquinho de lado a reação química e vamos falar de relacionamento!

A segunda teve como análogo uma história baseada em como formar um relacionamento tendo uma ligação com a primeira analogia.

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Por que, que rola?

ALUNOS: Opinião de todos os alunos falando juntos.

PROFESSOR: Porque tem sentimento! Aham, tem química!

Mas antes disso, antes de ter o sentimento, antes de ter a química, o que é necessário?

ALUNOS: Atração!

PROFESSOR: Antes de ter atração?

O que é preciso para ter um relacionamento?

Tem que ter, tem que estar...?

ALUNOS: Falam todos ao mesmo tempo tentando achar a resposta do que o professor quer obter.

PROFESSOR: (em meio a muitas opiniões)... ah, rá, rá, aqui!! Tem que ter duas pessoas, pelo menos dois!

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Bom tem que ter duas pessoas, então a primeira coisa, ó, a primeira coisa que vocês notaram para que ocorra um relacionamento é que tem que ter duas pessoas, tá certo?

Então vou colocar aqui, para ter um relacionamento tem que ter no mínimo duas pessoas, ou mais, duas ou mais.

Que beleza!

Então se você pensar por que uma reação acontece, qual o primeiro fator que preciso?

Dois ou mais reagentes químicos! Tá vendo? Beleza! Que jóia!

Então se começa a perceber que uma reação química é a mesma coisa que um relacionamento! Será que é bicho? Tudo bem, por enquanto, vamos deixar assim!

A terceira analogia foi colocada para os alunos na forma transcrita abaixo:

PROFESSOR: Bom, será que só o fato de ter duas pessoas já basta? Já rola?

Tenho 2 pessoas e tá! Já rola?

ALUNOS: Não

PROFESSOR: Não, não! O que precisa ter? Ham? Quando eu tiver a reação química o que precisa ter? O que é que precisa ter? Antes? Ham?

ALUNO: Encontro.

PROFESSOR: Tem que ter um encontro entre elas! Pois, se eu tiver duas pessoas e elas nunca se encontrarem nunca vai haver um relacionamento! Não vai rolar!

Então necessariamente para ocorrer um relacionamento eu tenho que ter duas pessoas, e essas duas pessoas tem que se encontrar! Tá? Beleza!

Vou por aqui encontro entre elas, que beleza! Mas pera aí!

Se eu tenho os dois reagentes, basta eu ter um recipiente contendo reagente e um recipiente contendo reagente, boto aqui e boto aqui e digo: - reage reagente! Reage reagente!

Vai adiantar? Então o que eu preciso fazer?

Colocá-los em contato, se não, não ocorre a reação, beleza!

Então necessariamente eu vou precisar ter o encontro entre eles, só que encontro ocorre entre pessoas, pessoas se encontram, já os reagentes... Eles se chocam!

Nesta analogia, o professor comentou que para formar um casal, para que duas pessoas tenham um relacionamento, é imprescindível que elas se encontrem. Na química para que haja uma reação é necessário que os reagentes entrem em contato.

O professor aproveitou, no fim do trecho acima, e limitou a analogia, mostrou a diferença entre alvo e análogo, demonstrando sua preocupação em deixar claro ao aluno o que é química e o que é um relacionamento.

A quarta analogia apresentada indicou um alvo e dois análogos. Um análogo em que uma menina “está de bem com a vida” e outro em que ela lembra “não muito feliz”. Os dois análogos foram apresentados com o objetivo de explicar o alvo que é o fator afinidade, fator que faz com que a reação aconteça ou não.

Então eu preciso ter choque entre os reagentes, que beleza! Então eu tenho dois ou mais reagentes e tenho o choque entre eles. Que beleza! Que jóia!

Bom, agora vamos pensar assim ó, tem duas pessoas e elas se encontraram, pronto, então duas pessoas se encontraram e aí vai entrar um monte de coisas. Por exemplo, que é que precisa ter pra rolar um amasso?

ALUNOS: Atração, entre muitas opiniões

PROFESSOR: Antes da atração?

Vamos pensar o seguinte, vamos pensar o seguinte, as meninas, vou dar um exemplo!

Vamos imaginar aquele dia, que você lembra cedo...

ALUNO: Fala algo

PROFESSOR: Não tem hehehehe, tá errado!

Você lembra cedo e você está assim (professor faz um gesto de uma cara amassada, e o cabelo em pé), você olha no espelho e diz: que eu vou fazer da minha vida!!! aí, né! A melhor coisa que a gente faz nessa hora é olhar tudo aquilo e dizer, aí eu vou amarrar tudo!

ALUNOS: Risos...

Dai você sai do banheiro e já, sai Rex, aí sai daqui!!! Aí você vai e sua mãe lhe dá bom dia, e você diz bom dia por que mãe? Aí tudo mal na minha vida!

Neste dia você vem pra escola, você pega suas coisas e vem pra escola, e nesse dia você encontra um cara e tromba, neste dia, e você fala:- aí cuidado por onde anda menino!!!!

ALUNOS: Riem muito e prestam a atenção no professor

PROFESSOR: Aí, aí, lá na frente você para, pra poder verificar como era o guri que você trombou, aí que você vai ver que o guri não era um guri! Tá entendendo?

Era um homem alto, magro daquele estilo clássico com uma pitada sensual!!!!

ALUNOS: Riem muito...

PROFESSOR: E aí você vai notar que tipo, o cara tem uma mão!!!UHHH! Que cara viril!! Nossa!!

Então imaginem tudo isso! E você olha novamente pra trás... E a única coisa que você vê são aqueles glúteos!!! Indo embora!!!

ALUNOS: Muito riso!!

PROFESSOR: Meninas! Meninas!! O que eu posso dizer para vocês é que aquele era o homem da sua vida!!! O príncipe encantado que você perdeu!

Agora, tem dia que você acorda, de bem com a vida! Se olha no espelho e diz: que linda que eu estou! Você sai do banheiro e diz: bom dia mãe, bom dia sol, bom dia janela, né? Tá tudo lindo, muito lindo o mundo é maravilhoso e a gente tá aqui pra ser feliz!!!

Daí você vem pra escola neste dia se sentido... A mulher!!! E neste dia você vem para escola e ... Tromba com o guri! Oh, oi, hã, meu nome? É Paula... E o resto vocês já sabem né...rolouuu, hahaha.

Que eu quero dizer com isso?

Que um dia você não tá afim! Não rola neste dia o cara pode falar o que quiser, não rola. No outro dia você pode estar afim, estar tudo bem!

Então precisa estar afim, aliás, na química é a mesma coisa, não basta ter dois reagentes eles tem que estarem afim, afim professor? É, aliás, é da física que a gente tira essa informação aqui... Por que precisa existir afinidade entre eles.

ALUNO: Existe afinidade entre o braço e o ácido?

PROFESSOR: Existe afinidade entre o braço e o ácido, não existe afinidade entre o vidro e o ácido!

É por isso que eles não reagem, não existe afinidade entre o vidro e o ácido!

Por isso você pode guardar o ácido em recipiente de vidro!

Entenderam?

Então tem que existir afinidade, olha que coisa mais linda hã?

Então eu já sei que para ocorrer um relacionamento tem que ter afinidade, entre duas ou mais pessoas que se encontram. Que beleza!

Então tem que existir afinidade, olha que coisa mais linda hã?

Então eu já sei que para ocorrer um relacionamento tem que ter afinidade, entre duas ou mais pessoas que se encontram. Que beleza!

Então eu preciso ter dois reagentes que tem um choque efetivo entre eles né, tem que ocorrer o choque e tem que ter afinidade entre eles, que beleza!

No final do diálogo citado acima, o professor retomou os conceitos químicos vistos até aquele momento e os análogos utilizados e fez uma comparação, demonstrando as similaridades entre alvos e análogos trabalhados até aquele momento. Esta retomada auxilia na fixação do conhecimento científico, do conhecimento que o aluno já tem e também na construção de um raciocínio analógico de comparação entre os dois domínios.

Na quinta analogia, o professor usou um análogo para descrever a união de duas pessoas que “combinam”, se completam, formando um casal estável, “casal bom”. A finalidade da apresentação desse análogo é que os alunos o relacionem ao alvo, que é a formação de produtos estáveis.

PROFESSOR: Agora vamos fazer o seguinte vamos pensar agora em um relacionamento, você encontrou aquele homem básico e bom, aquele Deus grego, só que você tem namorado!

Só que você fica parada, assim: uauuu!!!! Mas tudo bem passou... Daí você está em uma festinha e ele fica dando bandinha pra você, hahahaha!

Ele tá te olhando e fica conversando com suas amigas, e você ali também, e quando você ele tá vindo na sua direção, e ele vem ele chega e daí te intima!

E aí você começa a lembrar que você tem namoradinho, o seu namorado não é lá essas coisas, mas é um cara legal, mas não é aquele Deus grego!

Imagina a comparação que você faz!

O cara chegou na festa com um carrão! E o seu namorado vai te pegar de bicicleta na escola! Se não vier de busão! E aí você começa a pensar no dia seguinte! Ah, né? Que você pensa, vou dar um chute no meu namoradinho!

Daí você pega o celular e diz olha, não dá mais... Desculpa eu não estou ouvindo, não estou ouvindo, não me liga nunca mais e desliga! E encerra o assunto e vem meu Deus grego!

Não é verdade!

Agora você começou outro relacionamento, você desfez o seu relacionamento e começou um novo relacionamento. Mas uma coisa é o cara ser lindo e maravilhoso a outra coisa é conviver com esse cara, é aí que o bicho pega!

Você começa a perceber que o cara tem umas manias estranhas, por exemplo, o cara sai e fica terça, quarta, quinta e sexta sem te ligar, nada você não sabe o que ta acontecendo, no outro fim de semana o cara aparece e aí você pergunta e aí onde se tava? por que você não me ligou?

O cara olha pra você e diz: - não deu! Não te explica nada, só fala que não deu!

E aí você começa notar que ele não tá nem aí pra você! Que ele não cuida de você! Aliás, ele cuida mais do carro dele do que de você! Ele só fala no carro e você fica ali do lado dele, é! Pois é! Puxa! Que legal! O cara não te liga não te dá atenção, não conversa com você, né?

E aí você começa a lembrar do seu namoradinho, seu namoradinho, aquele que era quase invisível! Assim ele não é lindo e maravilhoso, mas toda quarta-feira ele te encontrar! Por que vocês se conheceram em uma quarta-feira!

ALUNOS: OHHHHHHHHHHHHH

PROFESSOR: E detalhe, e detalhe ele sempre levava um botão de rosa que ele comprava, ou roubava porque ele não tinha dinheiro!

ALUNOS: HAHAHAHAHHA, risos.

PROFESSOR: Pra completar um sonho de valsa, por quê? Por quê?
Por que pra ele você é um sonho!

ALUNOS: HAAHAHAHA, risos!

PROFESSOR: ele não era lindo e maravilhoso, mas, mas, quando
você menos esperava, ele te ligava, só para ouvir sua voz!

ALUNOS: HAHAHAHA

PROFESSOR: E aí você começa a refazer as comparações, bem
pessoal, pessoal

Tudo isso é só para você observar o seguinte, vale a pena ficar com
outro que é lindo e maravilhoso ou com o namoradinho sem graça,
magrinho que anda de bicicleta... Mas que dedicava a atenção a você
que gosta de você?

E aí você vai comparar os dois e vai decidir por qual?

A gente sempre compara, não é assim?

Para que uma reação aconteça para que um relacionamento
aconteça

Para que o relacionamento aconteça o casal vamos colocar assim
tem que ser bom!

E como isso rola na química? Em uma reação química?

O que eu quero dizer com casal bom, na química!

A nova substância que é formada.

E como se chama essa substancia que se forma?

ALUNOS: Produto

PROFESSOR: Produto; temos que formar um produto bom, um
produto?

Aqui no casal eu posso dizer que o casal é bom, é lindo, é gostoso!

Na química eu posso dizer um produto gostoso, lindo?

Não né e como se chama esse produto quimicamente?

Um produto Estável!

Então ocorrem produtos estáveis, então, portanto para ocorrer uma
reação química nós precisamos ter:

- Dois ou mais reagentes
- Precisa haver o choque entre os reagentes
- Precisa existir uma afinidade entre os reagentes
- E o produto formado tem que ser estável

Por que se não for estável, volta a ser regente

E se não for bom então é melhor voltar ao relacionamento anterior.

Entenderam? Dúvidas gente?

Então vocês já sabem quando que uma reação acontece?

ALUNOS: SIM

PROFESSOR: Tá tranquilo?

Ao final, ele refez a comparação das similaridades entre alvo e análogo, trabalhando na fixação da analogia. Ao repetir, no fim de cada analogia, todos os conteúdos científicos e todos os análogos trabalhados parece que os alunos começaram a entender melhor a forma que o professor estruturou sua aula, ficando mais claro para o aluno a forma que o professor está raciocinando e eles tendem a seguir esta mesma linha de pensamento.

Até esse momento, o professor trabalhou como ocorre uma reação química e quais os requisitos para que ela aconteça. A partir deste ponto ele começou a explicar para os alunos o que acelera ou retarda a velocidade de uma reação. Para isso, ele fez uma introdução sobre o assunto e refez a analogia entre relacionamento e reação química, agora entre como uma reação ocorre com mais velocidade e como um relacionamento acontece mais rapidamente, esta é a sexta analogia.

PROFESSOR: Então agora eu vou perguntar pra vocês como acontece mais rápido?

Então vamos pensar o seguinte ó! Por que um relacionamento acontece todos sabem?

Então nós podemos descobrir como acontecer mais rápido!

Se você souber como um relacionamento acontece mais rápido, você vai descobrir como que uma reação acontece mais rápido! É a mesma coisa!

Então vamos pensar o seguinte: quero que um relacionamento aconteça mais rápido!

Então você está no sábado de tarde sozinho, e você decide: hoje eu quero conhecer alguém, e aí o que vocês fazem?

Vão ao?

ALUNOS: shopping vão num barzinho vão pra balada!!!

PROFESSOR: Têm outras que dizem: tchau mãe eu vou pra igreja, e lá na igreja, hammm

Bem, bem, tudo que vocês falaram aí, todos esses lugares tem uma característica comum, são lugares que tem gente!

Ou seja, para ocorrer um relacionamento mais rápido você tem que ir a um lugar que tem bastante gente.

E na química para que eu tenha mais possibilidade de formar produto eu tenho que ter mais reagente, um monte de reagente.

E esse monte de reagente na química a gente diz, mais...?

Concentrado!

Então vou botar aqui do lado ó, para ocorrer mais rápido é preciso ter reagentes concentrados.

Beleza!

Fazendo a relação entre o análogo, lugar onde há muita gente, fato que aumenta a probabilidade de existência de uma relação afetiva, e o alvo, a quantidade de reagentes ou reagentes concentrados, o professor explicou que quanto mais concentrados forem os reagentes mais produto irá se formar.

Abaixo a descrição de como o Professor 3 desenvolveu a sétima analogia:

Você resolveu sair, beleza, te chamaram pra sair lá no circulo militar, você chega meio cedo tipo 6 horas, e você acha uma arvore fica ali escorado, e tal.

Passa o tempo e você olha e não chega ninguém, daí você resolve dar mais uma olhada no convite e vê que a festa era ontem! Putz! Você olha no relógio e vê dez e meia, quase onze horas, daí você pensa vou lá no shopping, a galera deve estar lá!

Daí pra economizar o dinheiro do busão, por que você tá meio quebrado! Você resolve ir a pé!

ALUNOS: HAHAAHAHA

PROFESSOR: Bom você calcula, mas demora pra chegar e quando chega o shopping tá fechado só tem a ultima secção do cinema saindo, bom daí você raciocina e diz: bom vou pro barzinho lá vai estar cheio de gente, vou lá pro birosca!

Daí pra você economizar o dinheiro do busão você vai caminhando!!

Quando você chega lá o bar tá meia boca, você fala com o garçom a galera já saiu!

Poxa que tá acontecendo porque será que eu não encontro ninguém!

Por que isso tá acontecendo?

ALUNOS: Várias opiniões ao mesmo tempo!

PROFESSOR: Você está demorando para chegar, você ta levando 2 horas pra chegar nos lugares, você tá demorando muito, você tá de busão!!!

Então pera aí o que poderia acontecer aí para ir mais rápido a esses lugares?

ALUNOS: Carro!

PROFESSOR: Então agora eu vou fazer uma defesa aqui pras meninas, os rapazes têm uma visão errada das meninas, acham que só porque eles têm um carro conseguem as mulheres que eles quiserem, não é que com o carro ele consegue mulher mais rápido, é que com o carro ele consegue chegar mais rápido aos lugares, e estar em vários lugares em pouco tempo! Ele vai em vários lugares vê onde é a muvuca e pá, fica por ali!

Se você não tá conseguindo meu irmão, é porque você anda a pé!

Pega um carro você vai mais rápido, você vai conseguir!

Bom, beleza! Se for mais rápido eu consigo! Então para andar mais rápido eu preciso de um carro!

Bom e em uma reação?

Eu não posso usar um carro! Né gente!

Então como é que eu faço para um reagente andar mais rápido?

O que eu tenho que fazer?

Tenho que fornecer mais energia para eles, pois, se houver energia eles vão andar mais rápido!

E quanto mais rápido se movimentar o reagente mais possibilidades de os reagentes se chocarem!

Entenderam?

Então doar energia aos reagentes e como eu faço isso?

Aumentar a temperatura, por que quanto maior a temperatura maior o movimento das moléculas e maior a energia!

Correto?

Beleza!

Então para andar mais rápido a reação, para reação acontecer mais rápido, você precisa ter reagentes concentrados com maior temperatura; a reação vai acontecer mais rápido.

Beleza?

Na oitava analogia o professor utilizou dois análogos para explicação do mesmo alvo:

Bom, então, vamos pensar a seguinte situação:

Meninas, você está num barzinho, está com suas amigas conversando alguma coisa útil, tá ali conversando, blá blá blá blá, e naquele dia você percebe sentado na outra mesa um cara, tá lá sentado na outra mesa te dando mole! E você tá aqui conversando com suas amigas e dando uma olhadinha também!

Mas ele está acompanhado, se tá vendo que tem uma mulher com ele, mas você pensa ele que tá olhando o problema é dela né! Tá bom!

Você olha novamente e vê que a moça que está com ele é a marcinha, sua amiga!

Mas em determinado momento você percebe que os dois não tão muito afim, estão meio longe, e você segue no papo com as suas amigas, e no papo com as suas amigas você vê que a moça que ta com ele levanta, pega a bolsa e levanta, daí você pensa ela levantou e pegou a bolsa, para onde será que ela vai?

E aí vamos imaginar agora que ela levantou pegou a bolsa e foi no banheiro!

E agora o que você vai fazer?

Você vai para o banheiro também!!! Hahaaha.

Pega suas coisa e diz: Aí meninas, acho que eu vou ao toaleta, e uma amiga levanta para ir junto e você, não, não obrigado eu vou sozinho!

Você entra no banheiro e... oi marcinha tudo bem? Como você tá? Eu não te vi! Ta com seu namorado, e ela não! E você diz ah eu estou sozinha!

Claro você quer que ela apresente você, porque se ela apresentar você vai ser mais rápido de você conhecer o menino!

Você iria conhecer cara se a Marcinha não te apresentar?

Poderia mas é mais difícil!

Este análogo usado pelo professor é uma versão de gênero feminino, de uma breve história hipotética. Abaixo veremos outra história, porém de gênero masculino com a mesma finalidade, melhorar o ensino e a aprendizagem dos alunos. O professor tem o hábito de contar histórias, gesticular, caricaturar e isso faz que o aluno, prazerosamente, tenha interesse nas histórias que, a princípio, lhes entretêm, prendem sua atenção. Esses análogos maquam o conteúdo científico e como uma boa maquiagem, faz que o aluno veja mais bonito, mais interessante aquele conteúdo, até que se torne familiar.

Como já vimos em todas outras analogias feitas pelo professor, ela tem como objeto histórias vivenciadas por jovens, por pessoas de faixa etária compatível com a dos alunos do ensino médio. Este enfoque adolescente que o professor deu aos seus análogos é também responsável pela resposta positiva dos alunos, em relação à sua atenção e participação na aula, pois faz parte do contexto e da experiência de alguns deles, como veremos no análogo abaixo na sequência da nona analogia:

Agora vamos pensar o seguinte, vamos pensar em um dia em que você tá na sua casa, e sentado no muro, numa cadeira em frente a sua casa!

ALUNOS: Tomando tererê!

PROFESSOR: Tomando tererê!

E aí você percebe uma menina nova que você nunca tinha visto ali! Na região!

Tá lá a menina tá passando ali! E aí você percebe que a menina é gata! É gata!

Entendeu? Tá com um shortinho jeans desfiado e tá aparecendo aquela carninha aqui da bunda!

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: E aí ela passa e você vai ver que ela está conversando com Tonhão, amigo seu, lá batendo papo com Tonhão e

conversando, daí o Tonhão se despede da menina e sai, e daí que você vai fazer?

O Tonhão e daí cara beleza, como você tá! Pois é, hahaha, e aí você vai perguntar!

E aquela gatinha, que você estava conversando ali?

Ah é minha prima.

Oh, rororo, sua prima, oh Tonhão me apresenta aí!

Se o Tonhão que é primo dela não te apresentar, você não vai ter chance?

Vai, mas se ele te apresentar vai ser mais rápido!

Então se você encontrar alguém pra te apresentar pra pessoa vai ser muito mais rápido!

Para acontecer uma reação mais rápida tem que ter também alguém que apresenta um reagente pro outro, você sabia disso? Se você tiver dois reagentes e colocar outro ali para apresentar vai ser mais rápido!

Sabem qual o nome desse cara que a gente coloca?

Catalisador! É o catalisador! Se você coloca catalisador em uma reação vai ter uma reação mais rápida!

Então se você colocar na presença do catalisador você vai ter uma reação mais rápida!

Então pessoal ó, isto é o que você precisa saber para que a reação aconteça isso é o que você precisa saber para que ela aconteça mais rápido.

Como vimos, este professor não fez meramente uma comparação, ele inseriu o análogo em um conto, esse análogo faz parte de uma história e, quando chegou ao fim, o professor tomou a sua essência e comparou com o alvo a ser alcançado.

A nona e última analogia usada pelo professor trouxe a correspondência entre um ator famoso e o fator superfície de contato.

Aliás, tem um outro detalhezinho que faz com que a reação aconteça mais rápido também!

Por exemplo: Por que o Rodrigo Santoro consegue mais mulher do que você?

ALUNO: Por que ele é lindo!

PROFESSOR: Não, não é porque ele é lindo!

Não é por isso, por quê? Por quê?

Por que ele é famoso!!

Fato dele ser famoso sabe o que acontece?

É que por ele ser famoso, tem um monte de mulher que está vendo ele, um monte de mulher!

Ele está exposto para muita gente! No cinema, nas novelas, comerciais, revistas, outdoor!

Ele está em toda parte!!!! Tudo que é lugar que você olha tá o cara lá!
É lógico se tem 10 milhões de mulheres vendo o cara! Tem sempre uma ou outra louca que vai gostar! Né?

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Então é claro que ele vai ter mais chance que você, por quem conhece você?

Sua mãe, seu pai, sua prima e os colegas de sala!!!

Então você não tem chance mesmo!!!

O que você precisa fazer? Precisa ser conhecido! Estar em vários lugares, espalhar sua imagem por aí, estar em vários lugares ao mesmo tempo! Por que assim você vai ter mais contato com mulheres!

Mas como é que eu faço isso com o reagente? Pego os dois e digo vocês tem que reagir!

Olha aqui isso aqui é um reagente e isso aqui é outro reagente!

Tá daí eu coloco os 2 juntos para reagir, e eu quero que eles tenham mais contato, que eu faço? Para que esse reagente tenha mais contato com esse?

Por que se tiver mais contato reage mais rápido!

Então eu pego e esfarelo, isso daqui!

Esfarelo isso aqui, vai ter muito mais contato, e esfarelo esse outro aqui também!

Vai ter muito mais contato!

É isso que acontece com o Rodrigo Santoro ele está esfarelado, por aí, toda hora se vê o cara.

Estar em muitos lugares para ser mais rápido, então eu tenho que aumentar a superfície de contato.

Alguma dúvida?

ALUNOS: Silêncio.

PROFESSOR: Então a nossa aula se encerra por aqui!

ALUNOS: AHHHHHA!

A gente continua esse papo numa próxima aula!

O professor terminou sua aula com esta última analogia. Durante o processo de ensino ele fez nove analogias, em algumas delas estabeleceu a comparação entre o análogo e o alvo, esclarecendo algumas similaridades. Também retomou analogias anteriores no fim de algumas delas, melhorando a fixação tanto do análogo quanto do alvo, demonstrando várias vezes essa relação e fazendo com que o aluno, sem saber, começasse a ter um raciocínio analógico semelhante ao dele.

Quando nos referimos a raciocínio analógico, falamos em raciocinar de forma correta a analogia que está sendo observada. Raciocinar comparando o alvo e análogo, não apenas de forma simples, mas visualizando suas semelhanças e suas diferenças. Relacionando esses dois domínios e observando que o análogo, a princípio, deve se aproximar do alvo, seguindo os passos 3 e 4 propostos no modelo TWA, porém, em um segundo momento, com o uso do passo 5, o análogo deve distanciar-se, primando, aluno e professor, pelos conceitos químicos.

2ª Aula do Professor 3: continuidade da primeira

Nesta aula, o professor começou fazendo, com a ajuda dos alunos, um quadro demonstrativo das correspondências entre alvo e análogo utilizados por ele na aula anterior. Neste mesmo quadro, ele pontuou onde a analogia falhava, limitando-a. Ele começou fazendo e limitando, em conjunto com os alunos, as seguintes analogias.

Bom, é... Ontem nos fizemos um processo de comparação entre a Cinética Química e o relacionamento humano, vocês lembram disso?

Então eu gostaria que vocês me contassem. O que nós falamos de Cinética Química que tem a ver com relacionamento humano?

Quem que é capaz de me lembrar disso?

O que ocorre na Cinética Química que tem a ver com relacionamento humano!

ALUNO: Tem haver com a existência de vários reagentes, e nos relacionamentos várias pessoas.

PROFESSOR: Muito bem, então eu disse assim, 2 ou mais reagentes. E eu comparei no relacionamento com duas ou mais pessoas, então eu quero fazer apenas uma observação!

Numa reação química eu tenho moléculas e num relacionamento eu tenho pessoas, e moléculas não são pessoas, isso é claro para vocês, certo? Moléculas não são pessoas e o que eu fiz foi apenas uma analogia. Analogia é isso você para explicar a aula você faz comparações, para vocês visualizarem melhor, mas nós não podemos ficar na comparação, achando que a comparação que é a verdade, por isso eu quis mostrar para vocês que moléculas não são pessoas, quis mostrar algo que você pudesse ver, algo grande que você visse, mas, para você comparar com algo que é muito pequeno e que você não consegue ver.

Nós falamos de macro e microscópio, então o macroscópico são as pessoas que eu comparo com o microscópio que são as moléculas, tá claro isso pessoal?

O professor explicou e preencheu o quadro em conjunto com os alunos. As primeiras analogias são as do Quadro 25.

Quadro 25 - Limitações das analogias professor 3 - Parte 1

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Cinética Química	Relacionamento Humano	-----
Dois ou mais reagentes	Duas ou mais pessoas	Pessoas não são moléculas Pessoas são macroscópicas Reagentes são microscópicos

O professor não limita a primeira analogia que ele utilizou apenas a segunda. Como observamos no trecho da aula transcrito acima, os alunos participaram falando o alvo e o análogo utilizado pelo professor na aula anterior. Isso demonstra que eles entenderam o que é alvo e o que é análogo e qual sua relação.

O professor foi pontual na limitação da segunda analogia, esclarecendo de forma correta onde não correspondiam alvo e análogo. Na segunda analogia o professor deu a seguinte explicação:

Que mais nós fizemos também?

ALUNO: Choque entre os reagentes.

PROFESSOR: Choque entre os reagentes! Beleza! Eu usei o encontro entre as pessoas.

Moléculas não se encontram, elas se chocam! Tá tudo claro isso!

Na lousa o professor escreveu na forma do Quadro 26:

Quadro 26 - Limitações das analogias professor 3 – parte 2

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Choque entre reagentes	Encontro entre pessoas	Pessoas se encontram moléculas se chocam

Novamente os alunos participaram lembrando-se do conteúdo ministrado pelo professor na aula anterior. Ao lembrar a terceira analogia o professor disse:

Que mais?

ALUNO: Tem que tar afim...? Afinidade química.

PROFESSOR: Tem afinidade química, lembram que nós comparamos que as pessoas têm que estar a fim uma da outra, e a molécula tem que estar a fim da outra molécula?

Não ela não tem que estar a fim da outra ela tem afinidade química pela outra! Tá claro isso! Que mais? Que mais que nós vimos?

Apresentamos as limitações dessa analogia no Quadro 27.

Quadro 27 - Limitações das analogias professor 3 – parte 3

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Afinidade química	Pessoas afins uma da outra	Moléculas têm afinidade química

Pode-se verificar, no trecho transcrito acima, que o aluno, ao se referir ao professor, quase disse a analogia, porém, rapidamente, corrigiu-se proferindo o conteúdo científico, alvo.

A quarta analogia foi revisada do seguinte modo:

ALUNO: Produto tem que ser estável.

PROFESSOR: Produtos estáveis, que eu disse do relacionamento humano que eu comparei produtos estáveis?

Que o relacionamento tem que ser bom, o casal tem que ser legal, se não for legal não vai rolar! Bom, eu não tenho produto bom, produto gostoso, não é isso! O que nós temos é produto estável, tá?

Se moléculas não são pessoas elas não formam casais, elas se chocam e formam produtos estáveis.

Apresentamos as limitações da quarta analogia no Quadro 28.

Quadro 28 - Limitações das analogias professor 3 – parte 4

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Produtos estáveis	Relacionamento bom	Moléculas não formam casais Moléculas formam produtos estáveis

O professor trouxe o alvo e o análogo e comparou os dois, depois limitou mostrando aos alunos em que pontos a analogia falhava.

Revisão da analogia 5:

Beleza? Que mais? Que mais que nós vimos?

ALUNO: velocidade das moléculas

PROFESSOR: Tá e eu comparei isso com o que no relacionamento?

Por que aumenta a temperatura?

ALUNO: Se manifestam e alguém fala sobre sexo.

PROFESSOR: Não, não falei sobre sexo, alias aula de sexo dia 23 no sexto período avisem a turma faz favor, a sexóloga marcou comigo finalmente, então vocês vão poder tirar todas as suas dúvidas sobre esse tema!

E vocês tem bastante dúvidas sobre isso, a gente sempre tem muitas dúvidas sobre aquilo que a gente não conhece!!!

ALUNOS: Risos!

PROFESSOR: Muito bem! Vamos lá!

Voltando ao nosso assunto, porque você esquentar? Para aumentar a agitação!

E eu comparei com que isso no relacionamento humano?

O cara que tem carro e o cara que não tem carro, então... O cara que tem carro chega primeiro que o cara que não tem carro! Tá bom, mas uma molécula vai ter um carro?

E a molécula anda rápido?

Não molécula não anda!

Apresentamos as limitações da quinta analogia no Quadro 29.

Quadro 29 - Limitações das analogias professor 3 – parte 5

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Mais alta Temperatura - maior agitação	Cara que tem carro chega primeiro	Molécula não anda Molécula não tem carro.

Revisão da analogia 6:

Que mais?

ALUNO: Catalisador

PROFESSOR: Catalisador, isso aí! E qual foi a nossa comparação?

O cara que apresenta! Né? Mas e as moléculas, o catalisador pega as moléculas pelas mãos e apresenta elas?

Não a ideia foi mostrar que uma reação na presença do catalisador a interação entre as moléculas fica mais rápida. É isso.

Tá claro?

Apresentamos as limitações da sexta analogia no Quadro 30.

Quadro 30 - Limitações das analogias professor 3 – parte 6

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Catalisador	Amigo que apresenta	Moléculas não são apresentadas elas interagem Catalisador acelera essa interação

Revisão da analogia 7:

PROFESSOR: Bom e a concentração, quanto mais concentrado mais rápido vai ocorrer a reação, e eu comparei isso no dia-a-dia no nosso relacionamento com que?

Que eu disse? Comparei com o que? Concentração com...

ALUNO: Maior número de pessoas.

PROFESSOR: Maior número de pessoas! Tenho que ir onde está a muvuca, onde tem gente pra caramba se não, não adianta! Né. Quero um novo relacionamento daí eu vou para um mosteiro, onde eu vou encontrar três frades lá! Não adianta eu não vou encontrar mulher nunca lá!

Lembrando moléculas não são pessoas, então não vão à muvucas e nem tem relacionamentos.

Certo? Que mais?

Apresentamos as limitações da sétima analogia no Quadro 31.

Quadro 31 - Limitações das analogias professor 3 – parte 7

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Concentração	Lugar cheio de pessoas	Moléculas não vão à muvucas Moléculas não têm relacionamento

Revisão da analogia 8:

ALUNOS: Superfície de contato.

PROFESSOR: Com que eu comparei no relacionamento?

ALUNO: Ser famoso.

PROFESSOR: Ser famoso, por quê? Porque o cara que é famoso tá no outdoor, tá na revista, tá no jornal, televisão tá em tudo quanto é lugar caramba! Tem mais locas que podem gostarem dele, pô!

Todos entenderam então que eu fiz uma comparação, que eu fiz uma analogia e que nada disso é real, o real é a Cinética Química!

Certo?

Muito bem!

Apresentamos as limitações da oitava analogia no Quadro 32.

Quadro 32 - Limitações das analogias professor 3 – parte 8

ALVO	ANÁLOGO	LIMITAÇÃO
Superfície de contato	Ator famoso	Não fez limitação

O professor encerrou sua aula com analogias, explicando aos alunos que as analogias não são reais, são fictícias, hipotéticas e falou que os alunos têm que se ater ao conteúdo de Cinética Química. Os alunos se mostraram atentos ao professor e à sua aula integralmente, o que melhora a qualidade de ensino e de aprendizagem.

3.3.2.1.1 Análise das analogias utilizadas pelo professor 3, segundo modelo TWA.

No Quadro 33 apresentamos os passos aplicados pelo Professor 3, segundo o modelo TWA.

Quadro 33 - Passos aplicados do modelo TWA, pelo professor 3

Continua

PASSOS ATIVOS	PASSOS DO MODELO TWA	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Ajuste	0. Levantamento da familiaridade entre análogo e aluno	1 ^a	Não contemplado
		2 ^a	Não contemplado
		3 ^a	Não contemplado
		4 ^a	Não contemplado
		5 ^a	Não contemplado
		6 ^a	Não contemplado
		7 ^a	Não contemplado
		8 ^a	Não contemplado
		9 ^a	Não contemplado
	1. Introdução do conceito alvo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado

		6 ^a	Contemplado
		7 ^a	Contemplado
		8 ^a	Contemplado
		9 ^a	Contemplado
	2. Sugestão do conceito análogo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
		7 ^a	Contemplado
		8 ^a	Contemplado
		9 ^a	Contemplado
2. Ação	3. Identificação de características relevantes do alvo e análogo	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
		7 ^a	Contemplado
		8 ^a	Contemplado
		9 ^a	Contemplado
	4. Mapear similaridades	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
6 ^a		Contemplado	
7 ^a		Contemplado	
	8 ^a	Contemplado	
	9 ^a	Contemplado	
5 Indicar onde a analogia falha	1 ^a	Contemplado	
	2 ^a	Contemplado	
	3 ^a	Contemplado	
	4 ^a	Contemplado	
	5 ^a	Contemplado	
	6 ^a	Contemplado	
	7 ^a	Contemplado	
	8 ^a	Contemplado	
	9 ^a	Não contemplado	
. Reflexão	6. Esboçar conclusões	1 ^a	Contemplado
		2 ^a	Contemplado
		3 ^a	Contemplado
		4 ^a	Contemplado
		5 ^a	Contemplado
		6 ^a	Contemplado
		7 ^a	Contemplado
		8 ^a	Contemplado
		9 ^a	Contemplado

O quadro acima nos mostra que o professor não cumpriu o passo zero, proposto para levantamento da identidade entre análogo e aluno. No entanto, cumpriu os outros passos em todas as analogias utilizadas com êxito, salvo a limitação da analogia nove. O professor fez isso de forma oral e em conjunto com os alunos preenchendo na lousa o quadro das similaridades e limitações. Os outros passos foram contemplados de forma oral. Assim, não utilizou as fichas.

3.3.2.1.2 Classificação das analogias utilizadas pelo professor 3, segundo critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984)

No Quadro 34 apresentamos os passos aplicados pelo Professor 3, segundo os critérios propostos por Curtis e Reigeluth (1984).

Quadro 34 - Classificação das analogias utilizadas professor 3

Continua

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS	ANALOGIAS PROFESSOR 1	
1. Tipo de Relação Analógica	1 ^a	Funcional
	2 ^a	Funcional
	3 ^a	Funcional
	4 ^a	Funcional
	5 ^a	Funcional
	6 ^a	Funcional
	7 ^a	Funcional
	8 ^a	Funcional
	9 ^a	Funcional
2. Formato de Apresentação	1 ^a	Verbal
	2 ^a	Verbal
	3 ^a	Verbal
	4 ^a	Verbal
	5 ^a	Verbal
	6 ^a	Verbal
	7 ^a	Verbal
	8 ^a	Verbal
	9 ^a	Verbal
3. Nível de Abstração	1 ^a	Abstrato-abstrato
	2 ^a	Concreto-abstrato
	3 ^a	Concreto-abstrato
	4 ^a	Abstrato-abstrato
	5 ^a	Abstrato-abstrato
	6 ^a	Concreto-abstrato
	7 ^a	Concreto-abstrato
	8 ^a	Concreto-abstrato
	9 ^a	Concreto-abstrato

Conclusão

4. Posição da Analogia	1 ^a	Ativador embutido
	2 ^a	Organizador Avançado
	3 ^a	Organizador Avançado
	4 ^a	Organizador Avançado
	5 ^a	Organizador Avançado
	6 ^a	Organizador Avançado
	7 ^a	Organizador Avançado
	8 ^a	Organizador Avançado
	9 ^a	Organizador Avançado
5. Nível de Enriquecimento	1 ^a	Enriquecida
	2 ^a	Enriquecida
	3 ^a	Enriquecida
	4 ^a	Estendida
	5 ^a	Enriquecida
	6 ^a	Enriquecida
	7 ^a	Estendida
	8 ^a	Estendida
	9 ^a	Enriquecida

No quadro acima apresentamos a classificação das analogias. Nele pode se verificar que o professor utilizou apenas analogias funcionais, com formato de apresentação oral. Quanto ao nível de abstração, as analogias foram: seis concreto-abstrata e três abstrato-abstrata. O nível de enriquecimento traz seis analogias enriquecidas e três analogias estendidas.

As analogias estendidas são o nível mais complexo de analogias encontradas. No caso deste professor, ele contemplou esse nível usando dois análogos para explicar cada alvo, tornando a analogia mais elaborada.

3.3.3 Resultados da avaliação professor 3: aprendizagem do conhecimento em cinética química nas turmas analisadas

O professor trabalhou o conteúdo de Cinética Química com duas turmas do ensino médio. Em uma das turmas ele aplicou as analogias como instrumento para facilitar o ensino e aprendizagem.

O grupo controle era composto de 34 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola particular, localizado na área central da cidade de Campo Grande - MS. O grupo experimental era composto de 38 alunos de uma turma do segundo ano do ensino médio desta mesma escola.

Tanto o grupo controle quanto o grupo experimental foram submetidos às mesmas questões avaliativas, as quais foram analisadas e são mensuradas no Quadro 35.

Pergunta 1: Quais os fatores que determinam a ocorrência de uma reação?

No Quadro 35 apresentamos os índices das respostas para a questão 1, aplicada pelo Professor 3.

Quadro 35 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 1 professor 3: Quais os fatores que determinam a ocorrência de uma reação?

RESPOSTAS		GRUPO CONTROLE	GRUPO EXPERIMENTAL
1	Respostas corretas completas	28	35
2	Respostas corretas incompletas	4	3
3	Respostas corretas justificando com analogias	0	0
4	Respostas erradas	2	0
5	Respostas incorretas usando analogia na explicação	0	0
Total de alunos		34	38

Pergunta 2: Liste abaixo os fatores que aceleram a velocidade das reações químicas. Explique.

No Quadro 36 apresentamos os índices das respostas para a questão 2 feita pelo Professor 3.

Quadro 36 - Respostas dos grupos, controle e experimental, da questão 2, professor 3: liste abaixo os fatores que aceleram a velocidade das reações químicas. Explique.

RESPOSTAS		GRUPO CONTROLE	GRUPO EXPERIMENTAL
1	Respostas corretas e explicadas	4	5
2	Respostas corretas incompletas e explicadas	0	4
3	Resposta correta completa sem explicação	24	21
4	Resposta correta incompleta sem explicação	3	7
5	Respostas corretas justificando com analogias	0	0
6	Respostas incorretas usando analogia na explicação	0	0
7	Respostas erradas	3	1
Total de alunos		34	38

Os resultados da avaliação deste professor mostram que os alunos tiveram um bom aproveitamento na aprendizagem do conteúdo de Cinética Química.

O grupo experimental obteve um maior índice de acertos nas respostas para as perguntas feitas pelo professor sobre os conceitos abordados com auxílio de analogias estruturadas. O grupo controle, embora tenha tido um bom aproveitamento, obteve um índice menor que o grupo experimental.

Não houve por parte dos alunos do grupo experimental, nenhuma utilização de análogos para explicarem os conceitos científicos trabalhados com as analogias. O Professor 3 conseguiu limitar bem as analogias, diminuindo a margem para que isso pudesse ocorrer.

No caso desta turma, as analogias contribuíram para construção deste novo conceito químico pelos alunos desta escola.

3.3.4 Entrevista final

O professor 3 seguiu alguns passos do modelo estruturado trabalhado na oficina com os professores sujeitos da pesquisa. Ele não utilizou fichas em sua aula. Ministrou aulas utilizando analogias em uma turma.

A seguir, apresentamos alguns trechos da entrevista concedida por este professor, para que seja possível observar sua opinião sobre a aplicação de analogias no ensino médio de química de forma estruturada.

ENTREVISTADOR: Em sua opinião como você vê a aplicação das analogias de forma estruturada?

PROFESSOR: Eu nunca tinha aplicado analogia de forma estruturada como eu fiz agora, éh, eu percebi um resultado muito bom, mas é apenas uma primeira impressão. Nada que eu possa quantificar ainda, mas numa primeira impressão o resultado me pareceu realmente muito bom.

O professor 3 supõe que o resultado do seu trabalho com as analogias tenha sido muito bom, mas não pode afirmar, pois não teve acesso aos resultados. Comentou que esta foi a primeira vez que aplicou uma analogia de forma estruturada. Isso demonstra uma resposta positiva à oficina sobre analogias da qual este professor participou.

A seguir, questionamos o professor quanto à contribuição das analogias estruturadas para a aprendizagem.

ENTREVISTADOR: Quais aspectos que você acredita contribuem para aprendizagem do aluno na aplicação da analogia de forma estruturada?

PROFESSOR: O principal aspecto que eu acho que contribuiu bastante é o fato de explicar o que é a analogia né! Onde ela não funciona, quais são as suas limitações, explicitar melhor, coisa que antigamente eu não fazia né! Então essa é a grande contribuição deste trabalho que eu desenvolvi.

O professor se mostrou satisfeito com o trabalho que ele desenvolveu e assinalou que o principal aspecto foi a mudança na maneira dele aplicar as analogias, orientando o aluno para que ele veja de forma clara o que é uma analogia, suas similaridades e suas limitações.

Até este momento, o Professor 3 somente elogiou as analogias e a forma de aplicação estruturada. Verificamos na entrevista se existia alguma restrição ou crítica que ele gostaria de colocar:

ENTREVISTADOR: E tem algum ponto que tu acha que prejudicou ou que tu notaste que possa ter prejudicado a aprendizagem ou esta modificação na sua maneira de usar analogia foi mais válida?

PROFESSOR: Não, não vi nada que possa ter me prejudicado ou prejudicado os alunos, não foi difícil fazer, não perdi tempo fazendo, não acho que tenha atrapalhado, apenas contribuiu, eu não vi pelo menos por enquanto nenhuma dificuldade em continuar fazendo isso.

O professor mostrou-se satisfeito com esse novo conhecimento acenando que a oficina lhe deu os instrumentos que se somaram com os instrumentos empíricos que ele já tinha, enriquecendo assim seus conhecimentos sobre esses recursos didáticos e sua prática docente.

Ele falou que já utilizava essas analogias que aplicou nesta turma, porém, não de forma estruturada.

ENTREVISTADOR: Você acredita que essa analogia que você aplicou vai contribuir ou não para aprendizagem dos conteúdos que foram utilizados analogias com esses alunos? Ou seja, como tu disseste não deu pra quantificar ainda, mas na tua percepção essa sistematização para o uso de analogias vai contribuir ou não na aprendizagem do aluno?

PROFESSOR: Eu acho que contribui nesse caso das analogias que eu utilizei eu já tinha quantificado né! O que eu não quantifiquei é agora da maneira que eu fiz isto, de forma estruturada. A analogia eu já utilizava, eu já tinha percebido um bom resultado com o uso dela, agora eu acho que o resultado vai ser melhor ainda, vai ficar mais... Vai aparecer o resultado, com a estruturação que eu aprendi a fazer.

O professor indicou que as analogias já davam bom resultado em sua prática e que acreditava que esses resultados iriam melhorar. O professor deixou uma frase, ao final, em que diz ter aprendido a utilizar as analogias de forma estruturada o que se confirma com sua prática, como vimos acima.

A finalidade da próxima pergunta foi investigar se o professor efetivou em sua prática, ao usar analogias, a forma estruturada de aplicação.

ENTREVISTADOR: Tu pretendes utilizar isso sempre que utilizar analogias?

PROFESSOR: Eu de forma empírica, eu já usava alguns destes passos né, agora eu acho que é difícil... Você... A partir do momento que você conhece uma nova teoria, que você tem acesso a informações, é difícil você negar, se negar a usar, então eu acredito que vou ter problema de consciência se eu não fizer isso daqui pra frente.

No trecho acima, verificamos que o professor entende que, especialmente na sua profissão, ele estará sempre em processo contínuo de

aprendizagem e que ele está aberto à aquisição de novos conhecimentos sempre que for possível.

3.3.5 Síntese professor 3

A escola particular onde o professor 3 leciona situa-se na região central da cidade de Campo Grande – MS.

O professor 3 seguiu do modelo TWA e utilizou as analogias de forma estruturada para auxiliar no ensino do conteúdo de Cinética Química, mas não utilizou as fichas.

Os resultados da aprendizagem, medidos em uma avaliação, foram semelhantes entre o grupo experimental e o grupo controle.

Não observamos na formação do conhecimento pelos alunos o surgimento de concepções alternativas geradas pelo uso das analogias.

Na entrevista final, o professor 3 indica que gostou da utilização das analogias de forma estruturada e que esse procedimento se soma à sua prática em sala de aula na utilização de analogias e que, provavelmente, utilizará esse procedimento sempre que lançar mão das analogias.

3.4 DESENVOLVIMENTO DO PROFESSOR 4

3.4.1 Entrevista inicial

Busca de pré-conceitos sobre analogias e sua utilização pelo professor.

ENTREVISTADOR: Onde você enxerga, encontra as analogias?

PROFESSOR: Utilizo bastante assim, mas não sei se tu vai enquadrar na tua análise como uma analogia boa, porque a gente põe o conceito às vezes e o aluno, ahm? Daí põe uma analogia, assim, ah você lembra tal coisa assim, cita um exemplo mais ou menos como uma analogia, que é o que ele vê no dia-a-dia.

ENTREVISTADOR: Mas e fora da sala de aula, você encontra as analogias, dentro de casa, na televisão, onde tu enxerga analogias?

PROFESSOR: Na televisão, em casa para dar um exemplo.

No trecho transcrito acima o professor indicou que incluiu o uso de analogias em sala de aula, e afirmou que utiliza bastante também no contexto fora de sala de aula, em seu cotidiano.

Como o professor mencionou fazer uso de analogias, resolvemos investigar um pouco mais sobre isso.

ENTREVISTADOR: Tu disseste que tu utilizas as analogias em sala de aula, e geralmente tu que lança mão delas em sala de aula, mas os alunos às vezes não te surpreendem com analogias?

PROFESSOR: É às vezes aparece alguma ideia assim mais ou menos dentro.

ENTREVISTADOR: você lembra de alguma professor?

PROFESSOR: De cabeça assim eu não lembro, assim é difícil... Não lembro, geralmente quando a gente fala a parte de misturas, os alunos falam

- Ah, mas tal coisa também é professor! Aí em separação a gente começa a falar do café, daí eles falam:

- Ah o chá também é uma separação, uma extração!

Aí eles começam a terem algumas ideias

Neste momento, o professor citou um exemplo que é uma indicação prática da teoria química no cotidiano das pessoas, sugerindo um exemplo como uma analogia.

Em seguida, veremos com que propósito este professor utiliza as analogias na sua prática.

ENTREVISTADOR: Quando tu utilizas as analogias tu usas com qual propósito?

PROFESSOR: Na maioria dos casos para que eles vejam os conceitos de química no dia-a-dia, ao redor deles, principalmente com o pessoal do noturno, pessoal do noturno tem turma de alunos que vem do EJA, e aí você tem que mostrar para ele a aplicação, se não mostrar a aplicação não serve de nada para ele!

ENTREVISTADOR: Por exemplo.

PROFESSOR: Tem conceitos de química que ele não vê no dia-a-dia dele.

ENTREVISTADOR: Qual o conceito de química do dia-a-dia assim que você acha? Que costuma? Que usa com mais frequência?

PROFESSOR: A parte de cinética e termoquímica eu uso bastante, porque eles não visualizam aquilo ali, é meio complexo e você tem

que usar a analogia, né? Então na Cinética Química, então o que seria a velocidade da reação? O que influencia? Que fator influencia?

Daí eu pergunto para eles e aí que você acha é mais fácil a fruta estragar fora da geladeira ou dentro da geladeira? Demora mais tempo ou menos tempo?

Então eu utilizo mais nessa parte.

O professor explicou que usa analogias para que os alunos reconheçam os conceitos químicos no seu dia-a-dia. Mencionou que utiliza bastante esse recurso didático para explicar os conceitos relacionados à Cinética Química e também à Termoquímica, por serem conceitos que os alunos não visualizam. Porém, no fim deste trecho o professor, mais uma vez, indicou uma situação/exemplo do cotidiano como analogia. Isso nos levou a pensar que o professor não tinha um conceito de analogia correto.

ENTREVISTADOR: Agora você falou uma coisa interessante, você usa a analogia quando você explicou, explicou e o aluno fala, como é que é? Ahm, ahm?

PROFESSOR: É eles ficam tudo assim, né? Com esses conceitos complexos que eles não vêem a aplicação.

ENTREVISTADOR: Quer dizer que primeiro você tenta sem as analogias?

PROFESSOR: É, primeiro eu explico o conteúdo e depois eu boto a analogia para tentar exemplificar aquilo ali.

ENTREVISTADOR: Quando tu sentes que eles não entenderam, ou...

PROFESSOR: Não na maioria dos casos eu tento usar alguma coisa prática, porque eles não visualizam mesmo o conceito de química.

Ele afirmou que as analogias entram na sua prática sempre que os alunos não entendem um conceito. Segundo o professor, os alunos aprendem melhor quando percebem a aplicação daquele conceito. A analogia vem sempre posterior ao conceito, como forma de exemplificar o que ele já havia ensinado.

O professor disse que, na maioria dos casos, ele usa exemplos práticos. Nesse sentido, é possível que o professor esteja confundindo exemplos práticos do cotidiano, com analogias.

ENTREVISTADOR: E você acredita que as analogias dão uma boa resposta na tua prática docente?

PROFESSOR: Às vezes eles enxergam né? Lembram! Na prova você pergunta alguma coisa e eles:

- ah! Eu lembro do exemplo!

Eles não lembram do conteúdo e lembram do exemplo.

ENTREVISTADOR: Não eu digo assim, pra ti explicar tu acha que ajuda, na tua explicação, no ensino, na tua prática em sala?

PROFESSOR: Sim

ENTREVISTADOR: Te ajuda na tua prática, então.

PROFESSOR: Sim.

Seguimos nesta linha de raciocínio e questionamos sua opinião sobre a eficácia deste tipo de recurso para auxílio em sua prática de ensino. O professor acredita que as analogias contribuem de modo eficaz para a sua prática e auxiliam também na aprendizagem dos alunos .

ENTREVISTADOR: E na aprendizagem dos alunos?

PROFESSOR: Acredito que sim, o duro é que eles não colaboram, assim como você perguntou, com outros pontos de vista eles geralmente ficam quietos porque eles têm medo de falar uma bobagem, de vez em quando aparece um corajoso que fala alguma coisa interessante.

O trecho acima revela, também, que os alunos não participam muito ativamente das aulas, por terem receio de falar algo errado.

ENTREVISTADOR: Professor você acha que tem diferença assim, por exemplo, você falou um negócio, eu sei que você faz isso de levar algo de casa de procurar exemplos do dia-a-dia, então você falou isso da fruta estragar mais rápido ou não se põe na geladeira ou não, né? Você acha que tem alguma diferença entre a gente fazer uma analogia desse tipo, analogia não né...

PROFESSOR: Exemplo.

ENTREVISTADOR: É. Trabalhar com essa ideia, né? Ou trabalhar com alguma coisa como, por exemplo, eu estou me lembrando agora da estequiometria, para trabalhar com reagente limitante. Você vai a um baile e tem mais mulheres que homens, sobram mulheres, então temos aí os homens como reagente limitante e as mulheres como reagente em excesso, pra você o que tem em comum entre uma coisa e a outra ou que tem de diferente entre uma coisa e outra?

PROFESSOR: Você diz no exemplo e na analogia?

Neste trecho, verificamos que o professor percebeu a diferença entre exemplos e analogias. Mas, devemos considerar que há características

comuns em ambos, pois buscam indicar algo familiar para o aluno, estabelecendo pontes com o conceito científico.

No trecho a seguir, o professor esclarece que não sabe muito bem o que é uma analogia e que o que costuma usar em suas aulas são exemplos.

ENTREVISTADOR: É. Nesse exemplo de falar na coisa do baile e nesse exemplo de falar na fruta na geladeira ou não.

PROFESSOR: É não to muito bem por dentro do assunto da analogia mesmo... Porque eu uso tipo o exemplo, pego lá uma situação que enquadraria e explico para eles para ver se eles percebem o conceito de química ali. Tento usar assim... Mas se é uma analogia, não sei.

Isso o especialista pode dizer. Risos!

Sempre assim, alguns livros trazem alguns exemplos, outras vezes nós mesmos temos que criar o exemplo.

A próxima pergunta foi feita no intuito de tentar resgatar na memória do professor analogias usadas por ele, pois, os livros didáticos trazem, em sua grande maioria, junto com seu conteúdo científico alguns análogos para auxiliar na explicação e muitas vezes o professor se apropria destes análogos para ministrar sua aula.

ENTREVISTADOR: Tu utilizas também analogias que vem nos livros didáticos?

PROFESSOR: Tem uns que são clássicos, como essas das frutas aparecem em alguns livros, não são todos, né?

Porém, o professor seguiu sua conduta de resposta até aqui e citou alguns exemplos, o que demonstrou que é provável que ele não utilize analogias retiradas de livros didáticos. Resolvemos, então, perguntar o que é analogia para o professor.

ENTREVISTADOR: Na tua concepção professor, dentro do teu conceito o que tu acha que é uma analogia?

PROFESSOR: Eu uso como exemplo, né? Mas se for pensar em analogia, analogia mesmo, acho que seria uma situação semelhante a que se usa o conceito, acho que seria por aí, eu tento pegar por aí. Na coisa do exemplo, exemplificar uma situação prática que ele usa no dia-a-dia.

O professor sustentou sua opinião de que analogias são exemplos do dia-a-dia. Na pergunta seguinte, indagamos a ele sobre sua forma de utilização das analogias em sala de aula.

ENTREVISTADOR: Como que tu elaboras como tu preparas a analogia que tu utiliza?

Tu disseste que umas são clássicas, que tem nos livros, ou vem na hora, ou tu as preparas?

PROFESSOR: Normalmente quando a gente pensa que tem que dar o conteúdo, e já faz o planejamento a gente tem mais ou menos a ideia de como explicar, mas as vezes na hora aparece uma pergunta:

- Mas professor eu não estou entendendo nada!

Daí você tem que pensar, buscar uma ideia para jogar lá na hora, um exemplo uma situação prática, mas daí tem que ser meio no improviso.

O professor respondeu dizendo que, que em sua grande maioria, as analogias são preparadas anteriormente à aplicação da aula, porém, muitas vezes, quando o aluno não alcança a aprendizagem, o professor busca um exemplo, naquele momento, de forma improvisada. Note-se que o professor, mais uma vez, fala em exemplo o que nos faz pensar que ele não sabe o que é analogia e talvez nem as utilize na sua prática, embora, ao mencionar a utilização de exemplos do dia-a-dia, esteja procurando uma forma de apresentação do conteúdo que seja familiar e proporcione relações para o aluno.

No intuito de observar se o professor utiliza as analogias de forma espontânea, perguntamos o seguinte:

ENTREVISTADOR: E quando um aluno, eu já vi duas ou três vezes que você falou, por que isso acontece que você explica, explica... E de repente o cara fala que não entendeu nada. Então quando um aluno faz isso você pensa em sempre usar uma coisa desse tipo assim? Ou você pensa em retomar aquela estruturação toda que você fez do conteúdo?

PROFESSOR: É às vezes eu tento retomar pelo conteúdo de novo, voltar, se o que ele tá perguntando é conceitual a gente volta no conteúdo e diz: Óh vou explicar novamente, vem daqui, daqui e dali. Daí se não tem jeito a gente vai para a analogia mesmo.

ENTREVISTADOR: E daí o que você acha que acontece? Que o aluno em geral supera a dificuldade conceitual?

PROFESSOR: Às vezes ele supera, às vezes não supera, às vezes ele escuta ali e cala, pensa, "vou ficar quieto se não vou falar

besteira”, eles ficam com medo porque tem professores, não sei dá nossa área, eu sei de outras aulas que os alunos perguntam alguma coisa e o professor já tesoura ele, não deixa fazer pergunta, daí eles tem em geral um medo de perguntar. A gente fala alguém tem alguma dúvida? Daí fica todo mundo quietinho, não pergunta nada. Na hora da prova tudo em branco!

Ele demonstrou tentar ensinar por meio de analogias, mas que, na verdade, utiliza exemplos, e que ele nem sempre consegue alcançar aquilo que almeja: a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos alunos. Perguntamos, então, sobre quando a aplicação do recurso usado por ele tem êxito.

ENTREVISTADOR: Mas quando dá certo, você faz alguma coisa desse tipo e viu que a carinha sorriu! Aí porque você acha que a analogia, ou esse tipo de recurso é eficaz para o aluno aprender?

PROFESSOR: Eu penso pela praticidade, né? Porque às vezes ele vê uma situação do dia-a-dia dele, mas ele não entende. Eu to citando um exemplo prático e ele não vê a conexão daquilo com o conteúdo. É difícil, muito difícil!

Por exemplo, na separação de misturas eu falo para eles, olha, separação do lixo é uma separação de misturas, e sempre que vem a ideia do lixo eles pensam:

- Ah, nós vamos catar lixo então! Eles não aquilo como um conceito de química, igual eu perguntei em uma prova: Se tem conceitos de química estão envolvidos no lixo?

Alguns falam que não, outros falam que tem, mas eles não falam o conceito químico, eles citam a situação, mas não citam o conceito, citam que é um conceito de química, então é complicado de visualizar isso, bem complicado! Você pergunta: Você já fez alguma filtração em casa? Ninguém nunca passa café em casa? Daí eles respondem:

- ah bom! Aí eles visualizam!

Aí às vezes você pergunta; O que é filtração?

- coar café, na prova!

Eles lembram o exemplo, mas não lembram o conceito de filtração. Eles respondem com o exemplo.

Ele já havia mencionado que muitos alunos lembram apenas do exemplo e não recordam o conteúdo científico formal.

ENTREVISTADOR: Vou fazer uma pergunta bem direta. Você acha que as analogias contribuem na aprendizagem?

PROFESSOR: Sim, pelo menos a minha ideia é que sim, se não toda a minha metodologia de usar exemplos tá furada!

Novamente o professor foi coerente com o que vem falando até aqui e disse que acredita na eficácia do uso de exemplos. Da mesma forma, no trecho da entrevista destacado abaixo:

ENTREVISTADOR: Você já notou que na hora de uma avaliação o aluno respondeu com a analogia ao invés do conteúdo científico?

PROFESSOR: Várias vezes, às vezes ele não cita o conceito e sim o exemplo.

Por exemplo: Na prova eu botei o que é uma transformação química o que é uma transformação física? De exemplo.

Às vezes ele o aluno tinha decorado só o conceito, às vezes ele colocava só o exemplo, às vezes colocava o exemplo no lugar do conceito.

ENTREVISTADOR: Não, mas tu fazes uma pergunta, por exemplo, sobre fatores que contribuem para aumentar o diminuir a velocidade das reações, que foi o que tu deste o exemplo da fruta na geladeira, que aí seria a temperatura no caso, já deram a resposta citando só as analogias não citando o conteúdo científico, tipo assim:

Ah a velocidade da reação diminui porque a fruta tá na geladeira. Por exemplo, não falou em temperatura, ele falou simplesmente na analogia.

PROFESSOR: Já, mas normalmente eles esquecem esse tipo de coisa, esquecem muito fácil, porque eles não gravam o conceito eles não gravam nada. Eu perguntei no início do ano para eles o que seria a Cinética Química, porque eu pensei: - ele vai lembrar, pois eu achei que eles iriam relacionar, por que eu tinha explicado dessa forma, que em uma reação... A velocidade da reação, termoquímica a Cinética Química e eles não responderam nada.

É que normalmente a gente não dá Cinética Química, geralmente a gente dá por forma de trabalho e uma explicação bem rápida nesse ponto que eu falei fatores que influenciam e fica nisso! Porque se a gente for por cálculo daquelas coisas lá para eles, coitadinhos!

Se complicam todinhos, aquela equação de velocidade... Então fica só nos fatores.

O professor mencionou, nesta última pergunta, que, mesmo usando conceitos e reforçando com exemplos, os seus alunos apresentam dificuldades com a aprendizagem.

Em sua entrevista, o professor não manifestou conhecimento sobre analogia.,o que nos levou a acreditar que, embora o professor mencione em algumas de suas respostas que usa analogias, ele não as utiliza, mas trabalha com exemplos do cotidiano, que apresentam valor para aprendizagem dos conceitos científicos.

3.4.2 Desenvolvimento de estratégia didática com uso de analogias segundo modelo TWA

O professor 4 em sua aula não utilizou nenhuma analogia, apenas exemplos.

Na oficina sobre analogias e sua aplicação no ensino de Química os professores sujeitos da pesquisa haviam combinado, após escolha de um conteúdo: Cinética Química, que aplicariam uma ou mais analogias para o ensino do conteúdo de forma estruturada, segundo o modelo TWA.

O caso do professor 4, nos levou a pensar em duas possibilidades de ele não ter utilizado nenhuma analogia em sua aula sobre o tema Cinética Química.

A primeira é o curso não ter alcançado o seu propósito de esclarecer aos professores o que são as analogias e como as utilizá-las de forma estruturada na sua prática segundo o modelo TWA.

A segunda é o professor não ter tido interesse em mudar sua forma de atuar já que em sua aula ele usou muitos exemplos práticos do cotidiano do aluno, como já havia mencionado que fazia em sua entrevista pré-oficina.

3.4.3 Entrevista final

Após os professores terem feito a oficina, aplicando as analogias de forma estruturada foi feita esta segunda entrevista com o intuito de ver que impressões o professor teve de sua prática utilizando analogias.

A primeira pergunta foi feita para que o professor pudesse explicar sobre o uso das analogias em sala de aula. Embora esse professor não tivesse aplicado as analogias resolvi manter a entrevista para observar suas considerações sobre sua aula e para levantarmos os conhecimentos que o curso havia lhe proporcionado.

ENTREVISTADOR: Professor como que tu vê o uso das analogias?

PROFESSOR: Então é o que eu ti falei ontem, né? Naquele curso eu achava que alguns desses objetos que eu usei, alguns desses exemplos entrava como analogia, mas naquele dia mesmo você me

disse que muita coisa disso não seria analogia, então eu comecei a rever meus conceitos de analogia, tão eu vejo que em alguns itens da pra eu usar bem e explicar, tem a limitação, vai se aplicar totalmente, não vai aplicar tudo, ver se tem alguma falha,

Que é o exemplo aquele dos modelos atômicos né, então a gente usa um modelo.

Parece um pudim de passas, mas a proporção é bem maior do pudim de passas né!

O modelo atômico seria muito pequeno, daí tem algumas coisas que a gente explica né!

Nesse conteúdo eu não achei muita coisa, pelo menos eu acho né! Que eu enquadraria como analogia né!

A maioria deles foram exemplos mesmo. Algumas situações são semelhantes que eu usei exemplos do dia-a-dia e não usei exemplos químicos, tão seria situação semelhante, mas acho que hoje eu não enquadraria como analogia.

O professor diferenciou analogia de exemplo. Ele falou na limitação de ter que observar onde ela falha, mostrando ter conhecimento sobre esse passo da utilização estruturada de analogias. Disse que, em alguns conceitos, ele acha viável a aplicação de analogias, porém não no caso de Cinética Química. Citou algumas analogias clássicas e criticadas como a do pudim de passas para visualização do modelo atômico de Thomson, mencionando a diferença macroscópica e microscópica.

Na próxima pergunta indago sobre quais aspectos o professor considera que contribuíram na aprendizagem dos alunos.

ENTREVISTADOR: E quais os aspectos destas analogias que tu utilizaste, tu acha que contribuíram na aprendizagem dos alunos?

PROFESSOR: Então como expliquei pra eles lá no começo da aula eu tento frisar pra eles mais a parte do dia-a-dia, tão onde que tá no dia-a-dia, alguma coisa algum exemplo do dia-a-dia. Pra que eles vejam a química no dia-a-dia, tão eu acho que a analogia contribui pra isso pra tentar mostrar, uma forma dele imaginar, dele perceber isso aí! Mas não são todos que depois que lembram né, não sei se tu notou, mas não foi todos que copiaram.

O professor respondeu dizendo que usou exemplos do dia-a-dia, para que eles visualizem a química em seu cotidiano. Em certo ponto, o professor falou que a analogia contribuiu para mostrar uma forma de o aluno correlacionar a química ao dia-a-dia. O professor não disse que as suas analogias eram isso, apenas falou das analogias.

ENTREVISTADOR: Tu acreditas que essas analogias que tu utilizaste vão contribuir ou não para aprendizagem dos alunos nos conceitos onde foram aplicados?

PROFESSOR: Bom eu acredito que os exemplos as analogias iriam contribuir sim, mas como a gente entra naquela questão da aprendizagem significativa né, tão não é pra todos que isso vai surtir efeito. Alguns vão lembrar outros não, tão eu fiz esse teste o ano passado. Que eu uso essa abordagem mesmo nas aulas né, eu passo mais focando o dia-a-dia e não pego muito na parte de cálculos com eles, mesmo porque o ritmo deles é mais lento, como dá pra dá esse conteúdo mesmo, no finalzinho dos últimos dias, então no outro ano que foi no começo desse ano, eu fiz uma prova e perguntei o seguinte:

Uma prova pra tirar os conceitos prévios ou alguma coisa que eles não lembravam.

Então eu perguntei pra eles se eles viam observavam alguma coisa alguma influencia de termoquímica e Cinética Química no dia deles? No dia-a-dia deles.

Teve um que tentou responder de todos esses alunos, ninguém respondeu nada, você vê que são todos exemplos diretos da vida deles, é na cozinha, é nas frutas e ninguém se lembrou de nada, não sei se porque fazia um pouco de tempo, não sei se porque eles não absorveram isso aí né! Não sei se fez significado algum pra eles.

Este professor afirmou que os exemplos e as analogias contribuem para alguns alunos, não para todos, e se refere a um exemplo que ele já havia citado na primeira entrevista, no qual os alunos, após terem essa aula saírem e retornarem das férias, não lembravam nada, nem do exemplo e nem do conteúdo. O professor fala também que seus alunos não conseguem acompanhar todos os conceitos propostos na disciplina de química pela falta de capacidade, então ele deixa algumas partes de alguns conteúdos fora de seu programa.

No entanto, nós quisemos saber um pouco mais sobre como ele aborda esse conteúdo.

ENTREVISTADOR: No próximo ano então tu reinicia esse conteúdo? Tu trabalhas colisões, reações a outra parte toda no outro ano?

PROFESSOR: Eu tento comentar, tento puxar reações, com o pessoal do 3º ano eu tava tentando lembrar. - Olha tem as reações. Tem os fatores que influenciam. Agora mesmo a gente pegou, fechou com reações orgânicas, falando em reações orgânicas eles vão estudar enzimas, catalisadores então aí a gente lembra esses conteúdos, é lógico que não é todos que vão fazer essa relação, que vão lembrar tudo, mas é uma tentativa né.

Este professor continuou sua aula como costumeiramente a efetuava e não aplicou nenhuma analogia. Não foi possível medir se as analogias auxiliaram na aprendizagem desta turma.

Em sua última entrevista, o professor deixou transparecer, por suas respostas, que não preparou sua aula com analogias estruturadas segundo o modelo TWA, mas que apesar disso consegue diferenciar analogias de exemplos, compreendendo que as analogias têm limitações que devem ser esclarecidas para não formarem ou reforçarem as concepções alternativas dos alunos.

Porém, fica claro que, por algum motivo, a oficina e todo processo de formação continuada no qual ele esteve inserido não modificou sua prática e sua maneira de ministrar os conceitos relacionados à Cinética Química.

3.4.4 Síntese professor 4

A escola pública, onde o professor 4 leciona, situa-se em uma região da periferia da cidade de Campo Grande – MS.

O professor 4 não utilizou o modelo TWA, pois, não fez uso de nenhuma analogia em sua aula. O conteúdo, Cinética Química, por casualidade foi o mesmo que o professor citou em sua entrevista inicial. Naquela entrevista ele mencionou que usava exemplos para explicar alguns fatores que influenciam a velocidade das reações. Na observação de sua aula pude notar que ele continuou a fazer os mesmos exemplos. O professor não modificou sua prática.

Na entrevista final ele mencionou o conceito e alguns passos do modelo TWA, verificamos também que, diferentemente da entrevista inicial, na entrevista final ele passou a diferenciar exemplo de analogia.

Este professor participou de todas as etapas do curso de formação continuada, porém não utilizou analogias estruturadas em sua prática, que é um dos principais objetivos desta formação continuada. Assim, não nos forneceu dados que pudessem ser analisados para que atingíssemos alguns dos objetivos propostos pelo trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com quatro professores que se mostraram disponíveis e aceitaram o convite para participar. Inicialmente, eles responderam, individualmente, a uma entrevista semiestruturada com questões que tinham a finalidade de identificar se eles usavam analogias em suas práticas em sala de aula e mensurar seus conhecimentos sobre o tema.

Esses aspectos foram verificados para que pudéssemos iniciar a pesquisa e, no fim de todo o processo, compará-los com os conhecimentos adquiridos por esses professores em oficina realizada sobre o uso de analogias no ensino de Química.

A análise dos resultados da pesquisa nos mostrou, em um primeiro momento, que os professores sujeitos da pesquisa conheciam o termo analogia de forma superficial, pois não tinham clareza do seu conceito nem mesmo das estratégias didáticas disponíveis para o desenvolvimento de aulas com analogias e suas implicações na aprendizagem dos alunos.

Na oficina, iniciamos a discussão com os docentes sujeitos da pesquisa sobre o tema e esclarecemos as suas dúvidas, complementando a prática docente daqueles que já utilizavam analogias de forma espontânea em suas aulas. Tendo em vista a dificuldade de iniciar o curso de formação contínua com os sujeitos da pesquisa, pois eles não tinham disponibilidade de horários, optamos por realizar a oficina em um único dia. Dessa forma, a realização dessa atividade contemplou o nosso propósito, pois, apesar de não ser algo periódico e contínuo, esclareceu aos sujeitos as questões teórico-metodológicas acerca da utilização de analogias como um recurso didático e sobre as formas de aplicação da analogia estruturada, especialmente seguindo o modelo TWA.

A formação continuada, da forma como defendemos que seja praticada com professores do ensino médio, está fora dos padrões de disponibilidade dos docentes sujeitos da pesquisa e também da maioria dos que atuam em escolas do Mato Grosso do Sul, posto que a estrutura curricular adotada nas escolas

não oferece o tempo e os espaços necessários para este tipo de formação, considerado ideal, porquanto isso aumentaria ainda mais a carga de atividades dos docentes, forçando-os a usar o tempo que lhes é conferido para outras atividades para buscarem, por iniciativa própria, seu aperfeiçoamento. Além disso, a referida formação, embora lhes traga novos conhecimentos, não oferece melhores condições de trabalho ou maior remuneração de forma imediata, fato que não estimula os professores a buscá-la por conta própria.

Este posicionamento não se refere a um desligamento da perspectiva ideal de formação continuada. Porém, na prática não podemos trabalhar com perspectivas, então a formação continuada que se consegue fazer é a melhor naquele tempo e espaço que se obtém para executá-la. Uma forma de buscar esse processo de formação ideal é apontarmos o que podemos fazer e o que devemos fazer, para alcançarmos num futuro uma formação continuada de qualidade superior a que conseguimos fazer hoje, evitando comparações sobre como ela poderia ser feita.

Então, quando nos posicionamos neste sentido, isto não é uma desistência, mas um primeiro passo para tentar atingir uma formação continuada mais ampla. Não adianta ficarmos sonhando com a formação continuada ideal, ela vai ocorrer quando assumirmos as limitações existentes e obtivermos os fatores essenciais que faltam agora, como estrutura, tempo, incentivo, motivação. Enquanto esses fatores não forem disponibilizados, a formação continuada segue para aqueles poucos que têm o privilégio de ter disponíveis as condições elencadas acima.

A formação continuada deve seguir sendo feita, no contexto atual que a educação do país oferece e da forma que for possível trabalhá-la, pois, sempre modifica seus sujeitos embora não esteja nos moldes do que se julga o ideal.

A singularidade conferida a cada estratégia didática desenvolvida e implementada pelos sujeitos da pesquisa, tendo em vista a forma com foi proposta a sua execução, possibilitou a análise individual do modo como cada professor se apropriou dos conhecimentos trabalhados na oficina. Sendo assim, com exceção do professor 4, que não utilizou analogias em sua aula, os demais sujeitos procuraram seguir os passos propostos pelo modelo TWA

modificado e, embora não tenham contemplado na totalidade esses passos, executaram a grande maioria deles.

Na aplicação da estratégia proposta aos docentes, somente um buscou determinar previamente qual o conhecimento de seus alunos sobre o(s) análogo(s) que utilizaria em sua aula, contemplando o passo zero, proposto com essa finalidade. Embora os outros dois professores não tenham feito esse levantamento da familiaridade do aluno com o análogo, os que foram usados eram comuns e familiares a todos os alunos, pois se tratavam de objetos e temas do cotidiano da vida da maioria das pessoas. Assim, não ocorreram dificuldades neste sentido, embora seja aconselhável fazer sempre esse levantamento prévio, para que o professor possa identificar se o aluno conhece o análogo e, a partir dele, possa ter em mente, na construção do novo conhecimento, um subsunçor em que possa ancorá-lo, buscando uma aprendizagem significativa.

Quanto à utilização das fichas propostas, para preenchimento dos alunos durante a aplicação das estratégias, apenas dois professores as utilizaram na implementação da atividade com os análogos. As fichas foram usadas pelo pesquisador como exemplo durante a oficina, porém, os professores ficaram reticentes quanto à eficácia da sua utilização, por terem sentido dificuldades no preenchimento. O trabalho mostrou que, para aplicação destas fichas, é necessário que o professor explique e trabalhe esse mecanismo com os alunos várias vezes, para que, posteriormente, elas tenham maior eficácia. Embora tenham perfis distintos, as turmas nas quais foram aplicadas as fichas apresentaram alguns problemas semelhantes.

Na turma do Professor 2, os alunos tinham problemas de disciplina o que agravou a dificuldade de compreensão do mecanismo de preenchimento das fichas. Essa falta de entendimento gerou uma conversa ainda maior, acrescentando ainda um descontentamento da maioria em ter de executá-la. Estes alunos preencheram a ficha dois de forma equivocada, usando novamente as similaridades já executadas na ficha 1, demonstrando que, para eles, o preenchimento não foi algo simples de entender e fazer.

Na turma do Professor 1, os alunos eram disciplinados e atentos, ainda assim tiveram dificuldades para entender a atividade. Estes alunos se mostraram não muito contentes no fim do preenchimento das fichas.

Nesse sentido, ressaltamos que os conteúdos procedimentais para uso das fichas também devem ser aprendidos pelos alunos e, por não ser esse um procedimento usual nas aulas, eles não tinham muita clareza sobre como preenchê-las. Em contrapartida, as fichas ajudaram o professor a ter acesso ao processo de formação do conhecimento do aluno com o uso das analogias, podendo ser usado por ele para que possa fazer algum ajuste ou correção de erros conceituais e ou de raciocínio analógico que o aluno possa vir a demonstrar. Dessa forma, se houver um trabalho prévio e contínuo com os alunos, sobre os conteúdos procedimentais para utilização das fichas, em conjunto com os passos do modelo TWA, explicitando sua finalidade e processo, o ensino e a aprendizagem serão menos conflituosos e mais proveitosos, podendo se tornar um procedimento usual durante a aplicação da analogia pelo professor e ou alunos. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2006). Este autor evidencia que as últimas Atividades Baseadas em Analogias - ADA foram as que tiveram um melhor resultado quanto ao preenchimento das fichas e explica isso dizendo:

À medida que o trabalho foi se desenvolvendo passamos a obter melhores resultados, uma vez que os alunos habituaram-se às tarefas solicitadas. Neste sentido, podemos inferir que, à medida que os alunos adquiriam uma maior compreensão do processo de aprendizagem com a utilização de analogias era possível de se comprometerem a níveis mais elevados de aprendizagem, ou seja, de estabelecerem maior número de correspondências, de diferenças e de elaborarem sínteses conclusivas com maior argumentação, o que de fato ocorreu. Tal condição forneceu condições à construção e transformação de significados (SILVA, 2006, p. 330)

Verificamos que o fato de os professores terem utilizado sistematicamente a estratégia didática e as fichas propostas para o seu desenvolvimento auxiliaram a aprendizagem dos alunos, em relação aos conteúdos conceituais propostos e, ainda, aos conteúdos procedimentais para o uso de analogias.

Quando foram estabelecidas as relações entre alvo e análogo, conforme os passos propostos no modelo TWA na lousa, apenas, sem o uso das fichas,

a aula teve uma dinâmica melhor e fluiu de maneira menos conturbada. Isso se explica pelo fato de professor e alunos não terem domínio do uso das fichas, sendo para ambos um mecanismo novo de ensino e aprendizagem.

Os professores utilizaram análogos distintos e formas diversificadas de utilizar os passos do TWA, contextualizando sua própria forma de desenvolver as estratégias didáticas com uso de analogias para o estudo da Cinética Química. Nos resultados obtidos nesse trabalho, verificamos que três professores utilizaram quase todos os passos do modelo TWA, enriquecendo sua dinâmica de sala de aula com o uso de analogias, facilitando dessa forma a aprendizagem dos conceitos de Química pelos alunos, que é a finalidade maior.

O principal objetivo do professor é mediar a construção dos conceitos científicos específicos de sua disciplina, no caso química, pois, de nada adiantaria o uso de procedimentos didáticos sem o domínio dos conhecimentos específicos. No caso dos professores sujeitos desta pesquisa, não foram constatados erros conceituais dos alvos. Assim, as estratégias didáticas com uso de analogias foram um meio de fazer com que os conteúdos de química fossem mais bem construídos pelo aluno.

Consideramos ainda que as analogias têm não só o papel didático de aproximar o conceito do aluno, mas também de “quebrar” um pouco a rigidez conferida às aulas de química, que geralmente são desconectadas da vivência dos alunos. Sendo que, na maioria das vezes, eles não conseguem visualizar e compreender os conceitos científicos, propostos nessa perspectiva didático-metodológica. Quando os análogos são apresentados na turma logo se estabelece um clima mais descontraído e o aluno se mostra mais disposto.

O fato de a analogia fazer que o aluno trace um paralelo entre o análogo e os conceitos de Química acaba prendendo sua atenção e o leva a buscar o entendimento sobre o alvo. Dessa forma, inconscientemente, ele começa a disparar conceitos intuitivos sobre o alvo e, a partir deste momento, inicia o estabelecimento de relações entre os paralelos, primeiro individualmente e depois conduzido pelo professor.

Os paralelos são, em primeiro lugar, a observação das características relevantes no análogo e no alvo, que o aluno começa a conhecer; em seguida,

ele nota que existem semelhanças entre os dois, algumas que ele já havia pensando, outras que os colegas pensaram e outras que o professor observou. Posteriormente, ele separa o alvo e o análogo novamente, apontando, primeiramente sozinho e depois em conjunto com a turma e o professor, onde a analogia falha, ou seja, onde o análogo pode se tornar perigoso na construção do conceito químico.

Há um detalhe em meio a todo esse processo, que faz que o aluno aprenda melhor: no decorrer da aplicação da analogia de forma estruturada os alunos, que estão raciocinando analogicamente junto com o professor, têm que aprender inconscientemente os conceitos de química para que possam fazer as relações que a analogia estruturada lhes impõe, ou seja, estabelecer relações entre alvo e análogo e, neste ponto, é gerado no aluno um interesse, um estímulo. Ele tende a se esmerar mais do que faria no sistema tradicional, para poder participar da “brincadeira” que é a aprendizagem com analogias.

Os resultados deste trabalho indicaram ainda que, nas turmas em que foram aplicadas as estratégias didáticas com uso de analogias os alunos tiveram um índice de aprendizagem igual ou maior que nas turmas nas quais foi ensinado o mesmo conteúdo sem analogias.

Um aspecto que esta pesquisa deixou escapar, e que poderá ser pesquisado posteriormente, foi observar e questionar em qual das turmas (controle ou experimental) houve maior satisfação em aprender os conceitos de química propostos. A aprendizagem com analogias torna o aluno mais participativo e atento, ficando mais satisfeito com o professor e consigo mesmo. Uma pessoa, independente da função que esteja exercendo, no caso da nossa pesquisa professor e aluno, torna-se mais participativa quando está mais confortável e, conseqüentemente, tende a ter um resultado melhor naquilo que se propõe a fazer.

Os resultados desta pesquisa demonstraram que as analogias favorecem a aprendizagem, tornando o desempenho dos alunos significativamente melhor que sem o uso de analogias. Nas turmas pesquisadas, em nenhum momento da pesquisa a aprendizagem dos alunos com o uso de estratégias didáticas com analogias mostrou-se pior que sem esse uso.

Na entrevista final, os professores demonstraram, de modo geral, que obtiveram um conhecimento de todo o processo de formação continuada pelo qual haviam passado e que esse conhecimento seria usado por eles em sua prática de ensino, daquele momento em diante.

As respostas dos professores que utilizaram as analogias de forma estruturada demonstram que esse processo de formação continuada trouxe contribuições para sua futura prática em sala de aula. Como pesquisadores, observamos, em dois professores que aplicaram as analogias de forma estruturada, satisfação na aquisição deste novo conhecimento, logo após sua utilização na prática. Os professores sentiram que suas aulas com analogias, a partir daquele momento, se apresentavam mais completas e seguras e que estavam oferecendo aos alunos uma forma de ensino que possibilitava maior participação e na qual os alunos construía o conhecimento juntamente com o professor.

Outro professor não ficou seguro em sua aplicação e também não demonstrou muito entusiasmo com a aplicação de analogias estruturadas, porém, sua aula com o uso de analogias teve no grupo experimental um aproveitamento de aprendizagem no conteúdo de Cinética Química consideravelmente melhor que no grupo controle. Dos quatro sujeitos da pesquisa um não utilizou nenhuma analogia em sua aula, ainda assim demonstrou em sua segunda entrevista que conhecia o conceito de analogia e alguns dos passos do modelo TWA, apresentando mudança em suas concepções sobre o tema.

O compromisso de utilizar as analogias na prática deu aos professores uma melhor compreensão do que são e de como utilizar as analogias de forma estruturada. Foi na prática que eles conseguiram apreender esse conhecimento, que haviam conhecido na teoria, e o tomaram para si de forma mais completa. Os cursos de formação que não ofereçam atividade prática não atingem muitos de seus formandos, pois, se o professor não tem um compromisso de utilizar na sua prática esses novos conhecimentos dificilmente vai fazê-lo. Modificar uma prática é algo difícil e trabalhoso, requer negar muitas coisas que já faziam parte do cotidiano e buscar uma nova forma de abordar aquele método que já estava estabelecido nessa prática.

Sem essa aula prática, na qual os professores ministraram usando o novo conhecimento sobre aplicação de analogias de forma estruturada, o conhecimento teórico oferecido na oficina seria, provavelmente, deixado de lado pelos professores com o passar do tempo. A teoria foi o primeiro passo e a prática o segundo, para que o conhecimento tivesse sido absorvido em maior proporção pelos professores. Os conhecimentos alcançados por esses docentes, durante o curso de formação continuada, são apenas o princípio a partir do qual eles devem continuar. Seria indispensável que voltassem ao grupo de pesquisa para rever, debater e reestruturar sua prática, buscando efetivar neles próprios o pensamento de pesquisador, debatendo suas opiniões e resultados. Nesta pesquisa, buscamos a formação continuada crítica pela reflexão na ação, instrumentalizando os sujeitos da pesquisa e fazendo-os refletirem sobre seus conceitos e sua prática acerca do tema analogias, antes e depois da sua aplicação de forma estruturada, segundo o modelo TWA.

Essa pesquisa conseguiu responder as perguntas que havia proposto inicialmente, não de forma definitiva e inquestionável, mas representando esses questionamentos nos contextos em que a pesquisa foi realizada.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. D. AFONSO DE [ET AL.]. Análise de pesquisas sobre formação de professores: um exercício coletivo. **Psicologia da Educação**, São Paulo: n. 10/11, p. 139-153, jan./dez., 2000.

ANGELO, P.; DUARTE, M. C. Analogias nos manuais escolares de Ciências da Natureza do 6º ano de escolaridade. In: CASTRO, R. (Org.). **Manuais escolares: estatuto, funções e história**. Braga: Universidade do Minho, 1998. p. 71-80.

ARAGÓN, M. M.; BONAT, M.; OLIVA, J.M.; MATEO, J. Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. **Alambique**, Barcelona, Editorial Graó, 22, p. 109-116, 1999.

AUDURIZ-BRAVO, A.; MORALES, L. El concepto de modelo en la enseñanza de la física- consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 1,2., p. 79-92, 2002.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, 1996. 316 p.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 3, 2006.

BROUSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, C. C.; SAIZ, L. *et al.* **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

BROWN, D.; CLEMENT, J. Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. **Instructional Science**, 18, 237-261. 1989.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n. 3, p.117-129, 1989.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

-----. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 1993.

CLEMENT, J. J. Expert novice similarities and instruction using analogies. **Int. J. Sci. Educ**, n. 20, v. 10, p. 1271-1286, 1998.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, v. 13, p. 99-117, 1984.

DAGHER, Z. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, v. 78, n. 6, p. 601-614, 1994.

DEMAILLY, L. C. Modelos de formação contínua e estratégias de mudança. NÓVOA, Antonio (org.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992. p. 139-158.

DEMO, P. **Conhecimento e aprender**: sabedoria dos limites e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2000.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

ESTRELA, A. **Teoria e prática de observação de classes**: uma estratégia de formação de professores. 4. ed. Portugal: Porto Editora, 1994.

FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2001.

-----. **O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio**. Cascavel: Edunioeste, 2006. 190 p. (coleção Thésis).

FRANCO, C.; COLINVAUX, D. Capturando modelos mentais. **Scientific Discover Conference**. Pavia, Itália, 1998.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GATTI, B. **Formação continuada de professores**: a questão psicossocial. Campinas: Autores Associados, 2003.

GAUTHIER, C. Tradução Francisco Pereira. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente** - Coleção Fronteiras da Educação. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1998.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S. YEANY, R.; BRITTON, B. (Eds.). **The psychology of learning science**. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1991. p. 219-240.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C.H. **Teaching science with analogies**: a resource for teachers and textbooks authors. 1998. Disponível em: http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html. Acesso em: 6 jul. 2007.

HARGREAVES, A. **Aprendendo a mudar**: o ensino para além dos conteúdos e da padronização. Porto Alegre: Artmed, 2002.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Science analogies: avoid misconceptions with this systematic approach. **The Science Teacher**, v. 61, p. 40-43, 1994.

-----Teaching with analogies: a case study in grade- 10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-130, 1993.

KRUGER, V.; LOPES, C. V. M. **Propostas para o ensino da Química**: Águas. Porto Alegre: SE/CECIRS. 275p. 1997.

KUENZER, A. Z. Ensino médio: novos desafios. In: KUENZER, A. Z. (Org.). **Ensino médio**: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. São Paulo: Cortez, 2001. p. 25-93.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 7. ed. reimpr. São Paulo: Cortez, 1994.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos de educação e ensino).

LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química**. Ed. Unijuí, Ijuí, 1988.

MEDEIROS, M. B. **Aisthesis**: estética, educação e comunidades. Chapecó: Argos, 2005.

MERCADO, L. P. L. **Formação continuada de professores e novas tecnologias**. Maceió: EDUFAL. 1999.

MINAYO, M. C. S. O diálogo necessário entre a epidemiologia e as ciências sociais e humanas na promoção da saúde - Editorial. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, v. 9, n. 4, p. 227-228, 2001.

MINAYO, M. C. S.; SOUZA, E. R. **Desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde** 3. Cd. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec; Abrasco, 1994.

MÓL, G. **O uso de analogias no ensino de Química**. 1999. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 1999, 225 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1977. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapaport.PDF>. Acesso em: 04 nov. 2009.

----- **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

----- O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira da Pós-Graduação**, n. 1, p. 131-142, jul, 2004.

NAGEM, R. L.; CAVALHAES, D. O.; DIAS, J. A. Y. T. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001.

NERSESSIAN, N. J. How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In: GIERE, R. (Ed.). **Cognitive models in science**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1992. p. 3-44.

NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992.

OGBORN, J.; MARTINS, I. Metaphorical understandings and scientific ideas. **Int. J. Sci. Educ.** v. 18, n. 6, p. 631-652, 1996.

OLIVA, J. M. Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante al uso de analogías como recurso de aula. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 1, 2003.

PAVANELLO, R. M. Contextualizar, o que é isso? In. NOGUEIRA, C.; BARROS, R. (Orgs.) **Conversas e experiências de quem gosta de ensinar Matemática**. Maringá, PR: Manoni, 2004.

PIMENTA, S. G. A pesquisa em Didática – 1996 a 1999. In: **Didática, currículo e saberes escolares**. Vera Maria Candau (org.) Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 2002.

POZO, J. I. A Aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. **Os conteúdos na reforma: o ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

QUEIROZ, G. R. **Professores artistas-reflexivos de física no ensino médio**. 2000. 330 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

RIVERO, C. M. I.; GALLO, S. (Org.). **A formação de professores na sociedade do conhecimento**. Bauru: Edusc. 2004.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes, 1986.

SCHNETZLER, R. P.; ROSA, M. I. F. P. S. A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 27-39, 2003.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

SILVA, L. L. **Analogias no ensino de conteúdos conceituais de Física**. 2006. 438 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SPIRO, R.; FELTOVICH, P; COULSON, R.; ANDERSON, D. **Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy: induced misconceptions in advanced knowledge acquisition**. In: VOSNIADOU, S.; ORTONY, A. Similarity and Analogical Reasoning. Cambridge: Cambridge University, p. 498-531, 1989.

TARDIF, M. Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes no magistério. CANDAU, V. M. (Org.). **Didática, currículo e saberes escolares**. Rio de Janeiro: DP&A, p. 112-128, 2000.

----- **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TERRAZZAN, E. A.; AMORIM, M. A. L.; PIMENTEL, N. L; FELTRIN, C. C; DIAS, D.S; GIRALDI, P. M.; FERRAZ, D. F.; POZZER, L.L; SILVA, L. L. Analogias no ensino de Ciências: resultados e perspectivas. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 3 Porto Alegre, 2000. **Anais...** Porto Alegre, 2000. 1 CD-ROM.

TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VENVILLE, G. J. Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. **Int. J. Sci. Educ.**, v. 18, n. 2, p. 213-229, 1996.

TRICÁRIO, H. **Algumas reflexões sobre o conteúdo e a temática na formação continuada de professores de ciências**. Campinas: Autores Associados, 1996. p.83-90.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

UTGES, G. R. **Modelos e analogias na compreensão do conceito de onda**. Tese 292 f. (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo/BRA. 1999.

VENVILLE, G. J.; TREAGUST, D. F. The role of analogies in promoting conceptual change in biology. **Instructional Science**, v. 24, p. 295-320, 1996.

VIANNA, H. M. **Pesquisa em educação**: a observação. Brasília: Laber Livro Editora, 2007. 108 p.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

-----. **La imaginación y el arte en la infancia**: ensayo psicológico. Madrid: Akal, 1982.

-----. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1992.

WILBERS, J.; DUIT, R. On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems. In: BEHRENDT, H. **Research in science education**: past, present and future. Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2001. p. 205-210.

WONG, D. E. Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. **Journal of research in science teaching**, v. 30, p. 367-380, 1993.

ZEITOUN, H. H. Teaching scientific analogies: a proposed model. **Research in science and technological education**, v. 2, p. 107- 125, 1984.

APÊNDICES

APÊNDICE A - OFICINA DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARTE I

O USO DE ANALOGIAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA.

Campo Grande, 17 de Maio de 2008

O que são analogias?

- Na literatura, uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes(Duit, 1991).
- É comum professores, ao ensinar conceitos considerados difíceis para os alunos ou que não estão sendo claramente compreendidos naquele instante, utilizarem a expressão: *Para vocês entenderem melhor, vamos fazer uma analogia...*
- Em seguida, reportam-se a algum conceito ou situação fora do tema da aula, mas que tenha algo em comum com o conceito ou situação que está sendo estudado.
- As analogias não estão presentes apenas em situações de ensino: elas aparecem a todo instante em nossas conversas, ao tentarmos explicar alguma coisa a outra pessoa, e mesmo em nossos pensamentos, quando tentamos entender algo novo. Por isso, o raciocínio analógico é um importante componente da cognição humana (DAGHER, 1995).

- O conceito de analogias está estreitamente relacionado a outros conceitos como os de metáfora, modelo e exemplo.
- Analogia como modelo de ensino útil.
- Domínio do análogo
- Domínio do alvo

MODELO ANALOGO

VERSUS

MODELO ALVO

Analogias como ferramentas didáticas para o EC

Através de levantamento bibliográfico na literatura sobre analogias, conseguimos perceber que era possível classificar três grupos de investigações que tratam sobre o uso de analogias como ferramentas no processo de ensino.

Estratégias didáticas

O primeiro grupo avalia estratégias didáticas para um uso efetivo de analogias para a construção de conceitos científicos:
 - Glynn *et al.*, 1991;
 - Harrison & Treagust, 1994

Textos didáticos

O segundo grupo de trabalhos refere-se ao uso de analogias como se apresentam em textos didáticos:
 - Curtis & Reigeluth, 1984;
 - Terrazzan *et al.*, 2000

Utilização por professor em SA

O terceiro grupo trata sobre o uso de analogias tal como elas são utilizadas por professores em sala de aula:
 - Thiele & Treagust, 1994;
 - Dagher, 1995

Principais trabalhos da Área

➤ CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. (1984). 'The use of analogies in written text'. In: *Instructional Science*, 13, 99-117.

- Analisaram analogias usadas em 26 livros didáticos de ciências, sua análise é muito mais quantitativa.
- Os tópicos dos livros didáticos abordados foram Biologia (10), Ciência geral (6), Química (4), Física (3), Ciência da terra (2) e Geologia (1).
- Foram encontradas 216 analogias (variando entre 8,3 por livro).
- O uso de analogias foi investigado de acordo com algumas categorias:

1- Tipo de relação analógica

ESTRUTURAL

Nas relações analógicas estruturais, análogo e alvo apresentam a mesma aparência física geral.

FUNCIONAL

Nas relações analógicas funcionais, análogo e alvo apresentam funções similares.

ESTRUTURAL-FUNCIONAL

São combinados os tipos estruturais e funcionais.

2- Formato de apresentação da analogia

VERBAL

No formato verbal, a analogia é explicada somente em palavras.

PICTORICO-
VERBAL

No formato pictórico-verbal, a analogia apresentada em um formato escrito é reforçada por figuras do análogo, que podem ser tanto um desenho como uma fotografia.

4- Posição da analogia no texto

ORGANIZADORES
AVANÇADOS

O análogo pode ser apresentado no início da instrução, como um organizador avançado (Ausubel, 1969). Neste sentido, poderia promover o conhecimento necessário para aprendizagem de um novo conteúdo não familiar

ATIVADOR
EMBÚTIDO

O análogo pode ser apresentado durante a instrução, em um ponto em que o conteúdo se torne mais abstrato ou difícil para o estudante.

PÓS-
SINTETIZADOR

O análogo pode aparecer no final da instrução de um tópico, atuando como pós-sintetizador da informação precedente.

5- Nível de enriquecimento

SIMPLES

Uma analogia do tipo simples é composta por três partes: o alvo, o análogo e um conectivo como “é como” ou “pode ser comparado com”.

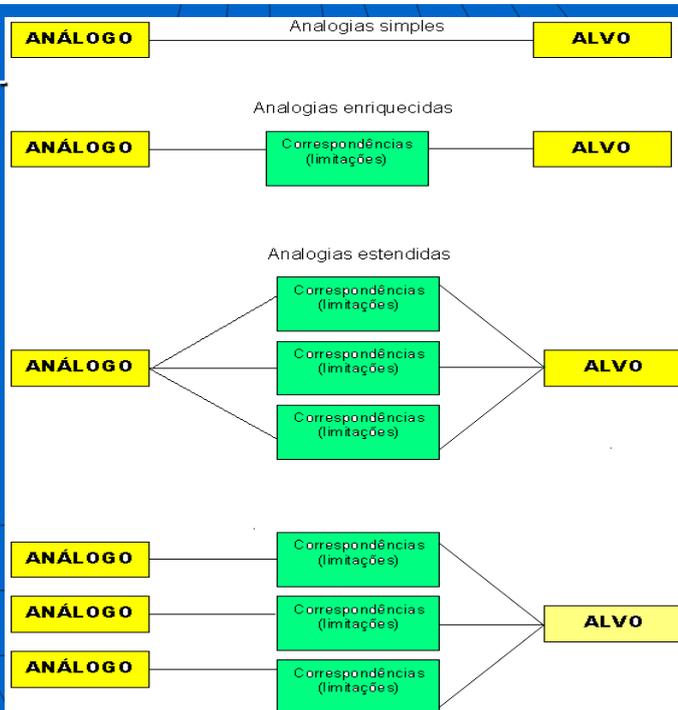
ENRIQUECIDAS

Uma analogia simples pode ser enriquecida pelo estudante pela especificação de correspondências para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Também, uma analogia enriquecida pode incluir as limitações da relação analógica.

ESTENDIDAS

Várias correspondências de um único análogo eram usadas para ensinar mais de um tópico ou quando vários análogos eram usados para explicar um único tópico. Este nível de enriquecimento foi chamado pelos autores de analogias estendidas.

Os três níveis de enriquecimento das analogias (adaptado de Curtis & Reigeluth, 1984).



➤ TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. (1992). 'Science teachers use of analogies: observations from classroom practice'. In: *Int. J. Sci. Educ.*, **14** (4), 413-422.

📊 Realizam observações de sete professores durante suas aulas de ciências, com o objetivo de examinar como esses professores usavam analogias como parte de seu ensino regular.

📊 Durante todas as observações feitas, somente seis indicações claras do uso de análogos foram encontradas.

📊 Para as análises, os autores basearam-se em Curtis & Reingeluth (1984), três das seis analogias observadas eram do tipo simples de comparação e três eram enriquecidas.

➤ THIELE, R.; TREAGUST, D. (1994). 'An interpretative examination of high school chemistry teachers analogical explanations'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **31** (3), 227-242.

📊 Analisaram o uso de analogias por quatro professores de química. Os mesmos utilizaram-se de 45 analogias.

📊 Especificamente, neste estudo, os autores se detiveram em pesquisar três questões principais:

1) Por que os professores escolheram usar analogias quando estavam ensinando química?

2) De onde derivavam as analogias utilizadas por estes professores?

3) Como as características das analogias utilizadas variavam de professor para professor?

Para responder a terceira questão, ou seja, determinar as características das analogias utilizadas pelos professores os autores determinaram algumas categorias de análise:

- 1- Identificar a forma das analogias utilizadas, se eram verbais ou pictóricas.
- 2- Nível de enriquecimento das analogias: simples (quase metáforas), enriquecidas (mapeamento explícito de algum atributo) ou estendidas (mais sistemáticas).
- 3- Explicação do análogo.
- 4- Limites da analogia.

➤ DAGHER, Z.. (1995). 'Analysis of analogies used by science teachers'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **32** (3), 259-270.

Faz um estudo bastante aprofundado em relação ao uso de analogias em sala de aula. Observa 20 professores de ciências de 7º e 8º graus. Destes, somente 11 usaram analogias.

Após as observações das analogias encontradas, a autora cria episódios, com títulos correspondentes para cada um:

- **Episódio 1: Analogias compostas** ⇒ Demonstram instâncias em que os professores usaram mais de um domínio análogo para explicar várias idéias relatadas no domínio alvo.

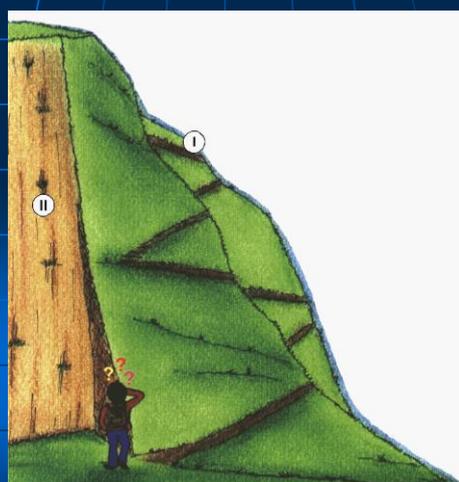
- **Episódio 2: Analogias narrativas**⇒ Este episódio demonstra um contraste com o precedente. Os professores usaram um domínio análogo para explicar vários conceitos no domínio alvo.
- **Episódio 3: Analogias procedimentais**⇒ Pertencem a procedimentos associados com o caminho em que a ciência é carregada.
- **Episódio 4: Analogias periféricas**⇒ É uma analogia secundária ou acidental que depende, para sua existência, de uma outra analogia central.
- **Episódio 5: Analogias simples**⇒ O que difere este tipo de analogia da precedente é que, para seu sucesso, uma analogia simples deve promover o desenvolvimento, enquanto que uma analogia periférica não. O termo simples não se refere a conexões óbvias entre domínios, mas faz com que a referência analógica feita pelo professor seja breve.

- A maioria das analogias utilizadas foram do tipo simples (62.1%) e as analogias de tipo simples, referindo-se a forma (29.6%), foram as mais utilizadas pelas professoras.
- Porque as analogias enriquecidas fornecem correspondências pertinentes entre alvo e análogo, e podem também fornecer as limitações, estas são mais “fortes” em relação as analogias simples.
- Neste sentido, as analogias estendidas são mais “fortes” do que as simples e as enriquecidas.
- No entanto, concordamos com Wilbers & Duit (2001) quando apontam que a simples descoberta de correspondências objetivas entre certos aspectos de alvo e análogo não é suficiente para facilitar o entendimento do alvo. Este requer uma visão heurística de analogias e demanda a construção de uma analogia dentro do contexto específico em que está sendo utilizado.

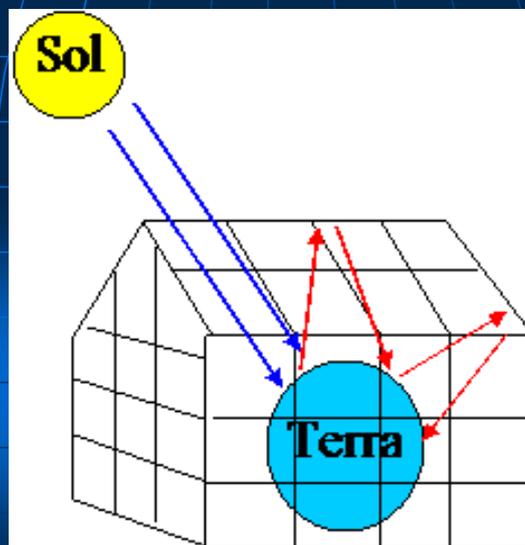
EXEMPLOS DE ANALGIAS NO ENSINO.

- Vamos ver a seguir alguns exemplos de analogias no ensino, encontrados em livros didáticos de química do ensino médio.

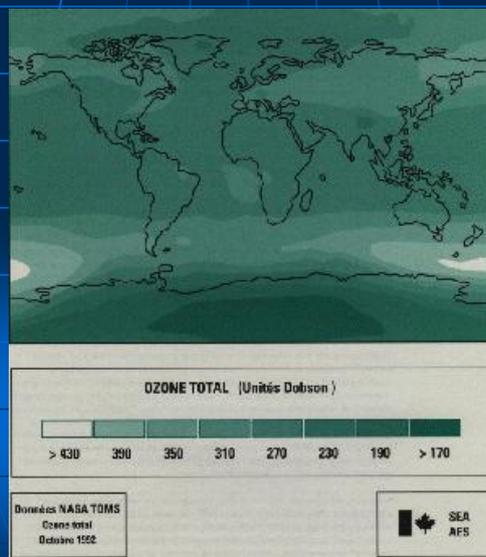
LEI DE HESS



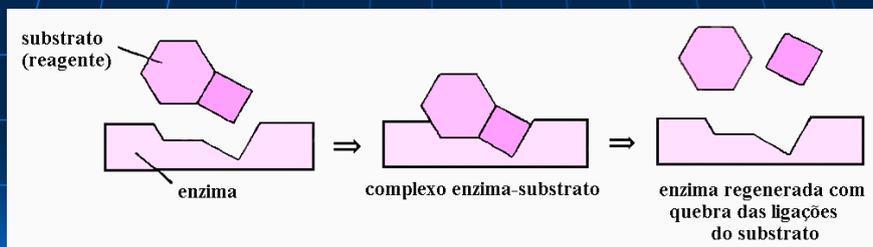
Efeito Estufa/Camada de ozônio



Camada de Ozônio



Enzima Substrato



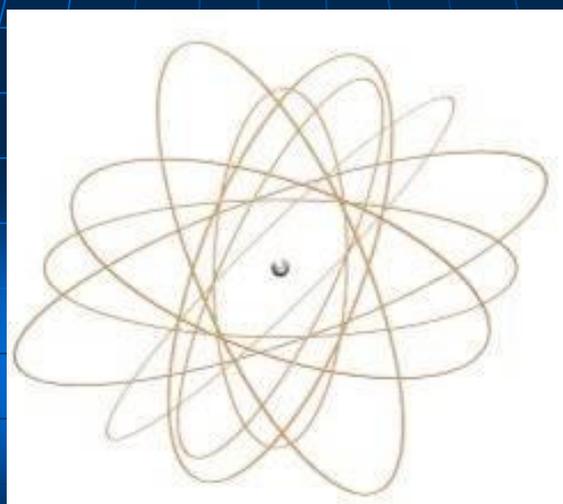
Átomo de Thompson



Tamanho do Núcleo e Eletrosfera Rutherford



ÁTOMO



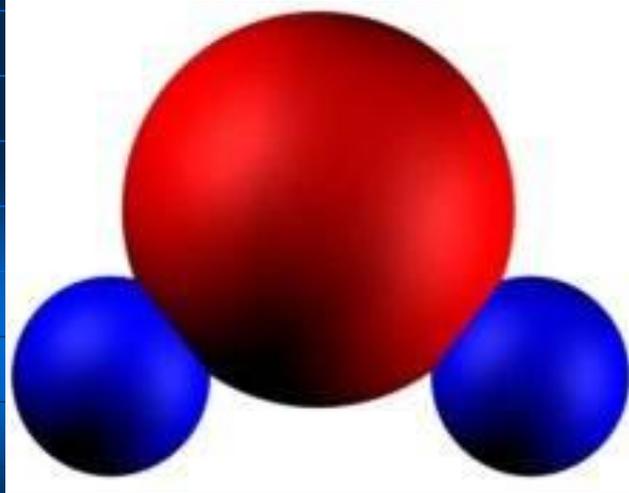
Orbitais Moleculares



Orbitais Moleculares



Molécula



Tensão Angular



Um pegador feito de aço inox permite uma analogia para entender o que é tensão angular.

26 9 2007

Emissão de Radiação



Ao jogar 36 dados, não podemos ter certeza de quais irão cair com o número 1 para cima. No entanto, usando estatística, podemos prever que seis deles cairão com o número 1 para cima. (A previsão pode, ou não, se confirmar!)

Analogamente, numa amostra de átomos radioativos, é impossível ter certeza de qual deles será o próximo a emitir radiação. Contudo, usando o conceito de *meia-vida*, podemos estimar quantos deles irão emitir radiação num certo período de tempo.

Metáfora







Modelo TWA (Teaching With Analogies) modificado (Harrison & Treagust, 1994)

- PASSO 0 – Levantamento das pré-concepções dos alunos.
- PASSO 1- Introduzir o conceito alvo a ser aprendido.
- PASSO 2- Sugerir aos estudantes a situação análoga.
- PASSO 3- Identificar as características relevantes do análogo.
- PASSO 4- Mapear as similaridades entre alvo e análogo.
- PASSO 5- Identificar onde a analogia falha.
- PASSO 6- Esboçar conclusões sobre o conceito alvo.

Proteínas	Colar/fio telefone
Cada bolinha do colar	1 aminoácido
Estrutura primária	Colar esticado
Estrutura secundária	Colar em espiral / fio de telefone
Estrutura terciária	Fio de telefone dobrado sobre ele mesmo

Quadro I- Correspondências entre alvo e análogo

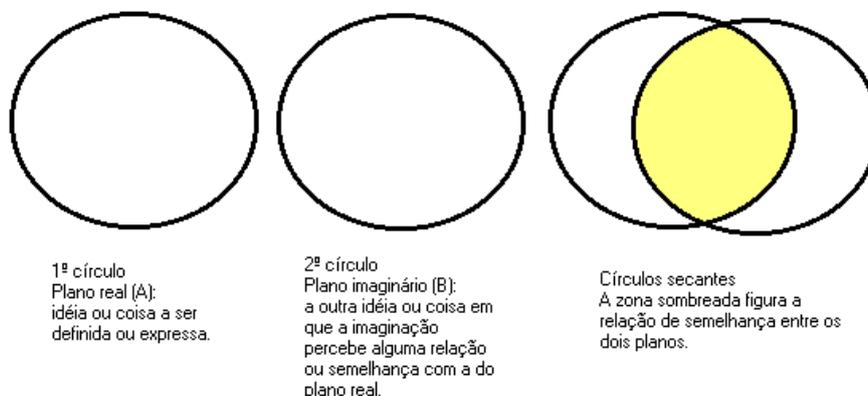
Proteínas	Colar/fio telefone
O que mantém a estrutura são as ligações	O que mantém a estrutura do colar é o arame

Quadro II- Identificação dos limites de validade da analogia utilizada

Relembrando:

- Analogias são recursos didáticos para facilitar a interrelação entre dois conceitos: um comum ao aluno denominado "domínio da analogia" ou análogo e outro ao qual se quer ensinar chamado "domínio do alvo" ou alvo.
- As analogias são importantes no ensino, pois, aproximam dois conceitos heterogêneos.

- As analogias no ensino tem que serem empregadas de forma cuidadosa e sistematizada para não gerar ou fortalecer concepções alternativas nos alunos.
- O modelo mais aceito atualmente para o uso de analogias é o modelo TWA (Teaching With Analogies), proposto por Harrison & Treagust (1994) que fizeram uma modificação do modelo Teaching with Analogies (TWA), originalmente proposto por Glynn em 1991, com o intuito de produzir um modelo sistematizado de ensino para o uso de analogias, o que reduziria a formação de concepções alternativas e intensificaria a compreensão dos estudantes.



Bibliografia

- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. (1984). 'The use of analogies in written text'. In: *Instructional Science*, **13**, 99-117.
- DAGHER, Z. (1994). 'Does the use of analogies contribute to conceptual change?' In: *Science Education*, **78** (6), 601-614.
- _____. (1995a). 'Analysis of analogies used by science teachers'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **32** (3), 259-270.
- _____. (1995b). 'Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in Science Education'. In: *Science Education*, **79** (3), 295-312.
- FERRAZ, Daniela F. (2001). 'O Uso De Analogias Como Recurso Didático Por Professores De Biologia No Ensino Médio' (2001). 205f. Dissertação (Mestrado em Educação). UFSM – Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande Do Sul – Brasil.
- DUIT, R. (1991). 'On the role of analogies and metaphors in learning science'. In: *Science Education*, **75** (6), 649-672.

- HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. (1993). 'Teaching with analogies: A case study in grade- 10 optics'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **30** (10), 1291-1307.
- HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. (1994). 'Science Analogies: avoid misconceptions with this systematic approach'. In: *The Science Teacher*, **61**, 40-43.
- MÓL, Gerson De Souza (1999). 'O Uso De Analogias No Ensino De Química'. 1999. 254f. Tese (Doutorado Em Educação). Brasília – Distrito Federal – Brasil.
- THIELE, R.; TREAGUST, D. (1994). 'An interpretative examination of high school chemistry teachers' analogical explanations'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **31** (3), 227-242.
- THIELE, R.; TREAGUST, D. (1995). 'Analogies in chemistry textbooks'. In: *International Journal of Science Education*, **17** (6), 783-795.
- TREAGUST, D. F.; HARRISON, Allan G.; VENVILLE, G. J. (1996). 'Using a analogical teaching approach to engender conceptual change'. In: *Int. J. Sci. Educ.*, **18** (2), 213-229.

APÊNDICE B – OFICINA DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARTE II

Oficina Analogias no Ensino de Química

PART E II

Professor: Rodrigo Ruschel Nunes
rodrigoruschelsm@hotmail.com

Campo Grande, 17 de maio 2008

Analogias

- É A COMPARAÇÃO BASEADA EM SIMILARIDADES ENTRE ESTRUTURAS DE DOIS DOMÍNIOS DIFERENTES (Duit, 1991).
- Conceito familiar denominamos ANALOGO.
- Conceito desconhecido ao aluno denominamos ALVO.

Classificam-se três grupos de investigação que tratam sobre o uso de analogias como ferramentas no processo de ensino.

- Analogias em livros didáticos
- Analogias utilizadas por prof. em sala de aula
- Estratégias Didáticas.

Modelo TWA (Teaching With Analogies) modificado (Harrison & Treagust, 1994)

- PASSO 0 - Levantamento das pré-concepções dos alunos
- PASSO 1- Introduzir o conceito alvo a ser aprendido.
- PASSO 2- Sugerir aos estudantes a situação análoga.
- PASSO 3- Identificar as características relevantes do análogo.
- PASSO 4- Mapear as similaridades entre alvo e análogo.
- PASSO 5- Identificar onde a analogia falha.
- PASSO 6- Esboçar conclusões sobre o conceito alvo.

Reagente limitante e Reagente em Excesso

- Numa reação química, o **reagente limitante** é aquele que será consumido por completo em primeiro lugar, fazendo com que a reação termine. A sua determinação depende da quantidade inicial (moles) de cada um dos reagentes, e leva em conta a estequiometria da reação.

Determinação do reagente limitante

- **Exemplo de Reação Química**
- Para demonstrar o cálculo do reagente limitante, utilizar-se-à como exemplo a seguinte reação, que culmina com a formação de cloreto de magnésio e água:



Acertar a equação

- Numa reação química e de acordo com a Lei de Lavoisier, não há nem perda nem ganho de átomos. Tal implica que o número total de átomos *de cada elemento* no lado esquerdo da equação deve ser sempre igual ao do lado direito. Ao proceder à determinação do reagente limitante, a equação deve ser "acertada" (ou "balanceada") por forma a cumprir a lei de Lavoisier.
- Na equação exibida acima encontram-se 4 átomos de hidrogênio (H), 2 de Cloro (Cl), 1 de magnésio (Mg) e 2 de oxigênio (O) tanto à esquerda como à direita, pelo que já se encontra acertada.

Cálculo do reagente limitante

- O reagente limitante encontra-se dividindo a quantidade (em mol) de cada reagente pelo seu índice estequiométrico. O reagente para o qual se obtiver o valor mais baixo é o limitante.

Reagente em mols

- De acordo com a estequiometria da equação, dois mols de HCl reagem com uma mol de Mg(OH)₂. Se for preparada uma reação entre um mol de cada composto, o reagente limitante seria o HCl, visto que se gasta a uma proporção maior (2 de HCl por cada 1 de Mg(OH)₂). Esta observação empírica é comprovada ao efetuar o cálculo indicado acima, na caixa de texto:

$$N_{Mg(OH)_2} = \frac{1}{1} = 1$$

$$N_{HCl} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Reagente em massa

- A unidade de medida mais frequentemente utilizada para quantificar os reagentes (em estado sólido) é a massa, pelo que quando apenas a massa (e não a quantidade em mol) dos reagentes é conhecida, é necessário efetuar a conversão para determinar o reagente limitante.

Exemplo:

- **Questão:** Se fizermos reagir 10 gramas de HCl com 5 gramas de Mg(OH)₂, qual o reagente limitante?
- 1. Determinação da massa molecular de cada um dos reagentes:

$$M_{Mg(OH)_2} = 24,3 + (16 + 1) * 2 = 58,3 \text{ g/mol}$$

$$M_{HCl} = 1 + 35,45 = 36,45 \text{ g/mol}$$

2. Determinação do número de moles, utilizando a massa molecular:

$$Mol_{Mg(OH)_2} = \frac{5 \text{ g}}{58,3 \text{ g/mol}} = 0,086 \text{ mol}$$

$$Mol_{HCl} = \frac{10 \text{ g}}{36,6 \text{ g/mol}} = 0,273 \text{ mol}$$

3. Divisão pelos coeficientes estequiométricos:

$$N_{Mg(OH)_2} = \frac{0,086}{1} = 0,086$$

$$N_{HCl} = \frac{0,273}{2} = 0,137$$

Resposta: Nesta situação, o reagente limitante é o $Mg(OH)_2$ ($0,086 < 0,137$).

Análogo 1 – Uma Boate/Baile



Analogia 2

2 mol 5 mol
 2 mol 2 mol
 2 mol

O número de mol de SO_2 produzido foi calculado diretamente a partir da quantidade de SO_2 , que é o **reagente limitante**.

Reagente limitante e reagente em excesso

Imagine que tenhamos de montar o maior número possível de conjuntos formados por um parafuso e duas porcas, e para isso dispomos de cinco parafusos e doze porcas. Observe a figura ao lado.

Perceba que, nesse caso, os parafusos são o **reagente limitante** e as porcas são o **reagente em excesso**.

Para resolver questões que envolvem reagentes limitantes e em excesso, podemos seguir as seguintes etapas:

- Podemos citar também a analogia entre parafusos e polcas.
- Sendo que cada parafuso consegue parafusar duas polcas, temos 5 parafusos e 12 polcas. Analogamente qual seria o reagente limitante?

Mini-curso Analogias

- Metodologia utilizada:

- **Três Momentos Pedagógicos**, proposto por Demétrio Delizoikov e J. A. Angotti no livro *Metodologia no Ensino de Ciências*.

1º Momento – Problematização Inicial

- São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretar total ou corretamente.

2º Momento – Organização do Conhecimento

- Neste momento, o conhecimento científico necessário para compreensão do tema e da problematização inicial será sistematicamente estudado pelo professor. Serão desenvolvidas definições, conceitos e relações.
- Nesse momento o aluno percebe outras visões e explicações para as situações fenômenos problematizados, e compara esse conhecimento com o seus, para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações.

3º Momento – Aplicação do Conhecimento

- Destina-se a abordar sistematicamente o conteúdo que vem sendo incorporado pelo aluno.
- Deste modo pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, se vá percebendo que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está disponível pra que qualquer cidadão faça uso dele – e para isso deve ser apreendido.

Bibliografia

- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. (1984). 'The use of analogies in written text'. In: *Instructional Science*, **13**, 99-117.
- DAGHER, Z. (1994). 'Does the use of analogies contribute to conceptual change?' In: *Science Education*, **78** (6), 601-614.
- _____. (1995a). 'Analysis of analogies used by science teachers'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **32** (3), 259-270.
- _____. (1995b). 'Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in Science Education'. In: *Science Education*, **79** (3), 295-312.
- FERRAZ, Daniela F. (2001). 'O Uso De Analogias Como Recurso Didático Por Professores De Biologia No Ensino Médio' (2001). 205f. Dissertação (Mestrado em Educação). UFSM – Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande Do Sul – Brasil.
- DUIT, R. (1991). 'On the role of analogies and metaphors in learning science'. In: *Science Education*, **75** (6), 649-672.

APÊNDICE C – MATERIAL SOBRE ANALOGIAS NO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA

Mestrando: Rodrigo Ruschel Nunes

Orientador: Prof^a Dr^a Maria Celina Piazza Recena

Maio de 2008

Este material é um recorte de trabalhos desenvolvidos sobre o tema analogias por diversos autores.

1.1. O que são analogias

É comum professores, ao ensinarem conceitos considerados difíceis para os alunos ou que não estão sendo claramente compreendidos naquele instante, utilizarem a expressão:

Para vocês entenderem melhor, vamos fazer uma analogia... Em seguida, reportam-se a algum conceito ou situação fora do tema da aula, mas que tenha algo em comum com o conceito ou situação que está sendo estudado.

As analogias não estão presentes apenas em situações de ensino: elas aparecem a todo instante em nossas conversas, ao tentarmos explicar alguma coisa para outra pessoa, e mesmo em nossos pensamentos, quando tentamos entender algo novo. Por isso, o raciocínio analógico é um importante componente da cognição humana (DAGHER, 1994).

O conceito de analogia é amplo e utilizado por diferentes autores com significados distintos. Ele está estreitamente relacionado a outros conceitos como os de metáfora, modelo e exemplo.

Uma analogia é sempre construída entre dois conceitos, experimentos ou situações. Por comodidade, a não ser que seja necessário explicitar se o

objeto de estudo é um experimento, situação, etc., vamos sempre nos referir a conceitos.

A analogia é a comparação destes conceitos: um que se pretende ensinar e é desconhecido e outro, já conhecido, que servirá de referência.

Existem diferentes termos empregados na denominação dos conceitos relacionados nas analogias. Como é de se esperar, os autores denominam os conceitos comparados de diferentes formas porque consideram o conceito de analogia diferentemente. Em nosso estudo, para evitar confusões entre os conceitos e a relação existente entre eles, vamos padronizar uma denominação.

O conceito que se pretende ensinar aos alunos, de acordo com a maioria dos autores, será sempre denominado conceito alvo, ou simplesmente, alvo. Num curso de química, o conceito alvo pode ser, por exemplo, o de átomo segundo Dalton ou o experimento de Rutherford com suas observações, implicações e conclusões. Pode ser também uma técnica utilizada na indústria ou em trabalhos de laboratório como, por exemplo, a cromatografia (uma técnica de separação de substâncias).

O conceito ou situação da qual se espera que o aluno já tenha conhecimento e que sirva de âncora na aprendizagem será denominado conceito domínio, ou simplesmente domínio. Desta forma, pode-se, por exemplo, utilizar o conhecimento que os alunos possuem sobre bolas de diferentes esportes para esclarecer o conceito de átomo proposto por John Dalton (PINTO, 1998). Outros exemplos são os utilizados para esclarecer detalhes das interações entre as partículas α e o núcleo dos átomos da lâmina metálica no experimento de Rutherford, existe uma proposta que considera a situação de uma bola de futebol lançada contra uma bola de boliche rodeada de contas (LORENZ, 1988). Para a separação cromatográfica, existe uma proposta de analogia para explicar o diferente comportamento das moléculas frente à fase fixa, considerando o deslocamento de pessoas de diferentes níveis de popularidade em um grande público (PERKINS, 1995).

Quando o conceito domínio é designado por análogo, como sugerem alguns autores, pode haver confusão entre ele e a relação existente entre os dois conceitos da comparação. A importância de diferenciar claramente o

conceito domínio da relação analógica existente entre os conceitos comparados é também destacada por CLEMENT (1988).

Desde o início da história registrada, analogias têm sido usadas por crianças e adultos como ferramentas na construção de conceitos, como afirmam HARRISON e TREAGUST (1993). Metáforas, comparações, narrações adicionais e modelos físicos têm sido comumente utilizados nas comunicações orais, gesticuladas e escritas. Metáforas e analogias são utilizadas na imaginação de estórias infantis, por exemplo, representando pessoas por animais. As analogias são utilizadas porque possuem a rica capacidade de evocar mais rapidamente figuras mentais que ajudam na transferência de conhecimentos de um domínio familiar para outro não familiar (ibidem).

Uma analogia é descrita por CINDRA (1997) como “uma semelhança em determinados aspectos entre objetos, fenômenos e conceitos. Forma de raciocínio, que, com base na semelhança de dois objetos ou fenômenos em qualquer aspecto, conclui-se a respeito de sua semelhança em outros aspectos”.

“Uma analogia é uma comparação não literal entre domínios superficialmente ocultos” em que “se desprezam as diferenças e se enfocam as similaridades” (OTERO, 1997).

Analogias e metáforas, de acordo com DAGHER (1995), são utilizadas intercaladamente sendo, em geral, o termo analogia empregado nas áreas de ciência e tecnologia enquanto o termo metáfora é mais empregado em contexto literário.

Como o objetivo do nosso trabalho é estudar a utilização de analogias no ensino de ciências e, principalmente, química, vamos nos concentrar na análise das definições apresentadas por autores que as discutem nesse contexto.

As analogias permitem transpor aspectos observáveis do conhecimento existente a aspectos não observáveis do mundo que o cientista, ou mesmo o cidadão, busca compreender e descrever. Elas são consideradas por DAGHER (1994 b) como um “amplo significado de uma família de semelhanças, incluindo metáforas, modelos e comparações simples”, ou ainda como os “aspectos do

discurso explicativo do professor em que é usada uma situação semelhante a um fenômeno não familiar que se deseja explicar”.

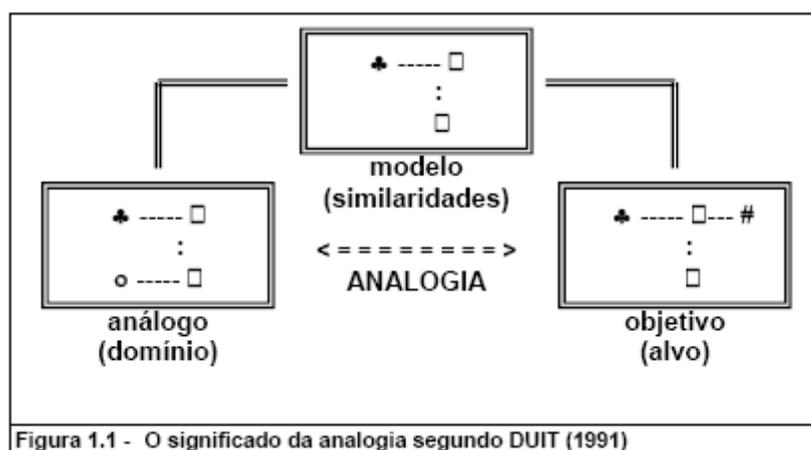
Concordamos com estas autoras quando compreendem analogias como a transposição de “aspectos detectáveis” entre conceitos. Entretanto, discordamos das mesmas ao definirem analogias como um amplo significado de uma família de semelhanças, por entendermos que tal conceito é mais restrito que engloba outros. Os conceitos de metáforas, modelos e comparações, embora intimamente relacionados ao conceito de analogia, são distintos e, portanto, devem ser definidos precisamente, explicitando as relações existentes entre eles.

Para explicar fenômenos não observáveis, é necessário, frequentemente, recorrer à “invenção e utilização de modelos adequados à comunidade e conceber um mecanismo casual gerador do fenômeno que não é observável” (ibidem).

O termo modelo é comumente utilizado como sinônimo de analogia (ibidem). Entretanto, consideramos necessário distinguir bem estes conceitos, tendo em vista que são conceitos distintos e que nenhum deles está subordinado ao outro.

Dentre as diversas obras estudadas para realização desta oficina, merece destaque a revisão publicada por DUIT (1991). Ele considera analogia como a comparação entre dois domínios de conhecimento distintos e a representa através do diagrama mostrado na Figura 1.1.

De acordo com esta representação anterior, analogia é “a relação entre partes comuns das estruturas de dois domínios” (ibidem).



Nesta concepção, dois conceitos serão análogos se possuírem certas identidades em suas estruturas. Esta parte da estrutura, comum aos dois conceitos, é denominada por modelo. Para o autor, os modelos são partes de estruturas conceituais e é possível fazer analogias de modelos.

Concordamos com DUIT (1991) quando considera analogia como a relação entre partes comuns de dois domínios distintos porque, para nós, elas comparam as similaridades de dois conceitos distintos. Entretanto, discordamos do autor quando se refere a estas partes comuns utilizando a palavra modelo. Entendemos que a palavra modelo representa um conceito próprio que não está subordinado ao primeiro.

Como as relações analógicas baseiam-se na identidade de partes das estruturas, elas serão sempre simétricas. Desta forma, não poderá existir hierarquia lógica entre os conceitos (ibidem). Ou seja, um conceito de uma relação analógica não poderá ser subordinado ao outro conceito.

Diferentemente das analogias, as metáforas comparam sem explicitar as relações existentes entre os conceitos, possuindo sempre um aspecto obscuro e de surpresa que provoca anomalias. Um exemplo de metáfora citado é a expressão “o professor é o capitão do navio” (ibidem).

Tanto as analogias como as metáforas são comparações, mas diferem na essência, porque “as analogias explicitam comparações de estruturas de dois domínios indicando partes iguais de suas estruturas”, enquanto “as metáforas comparam implicitamente, salientando qualidades que não coincidem nos dois domínios” (ibidem).

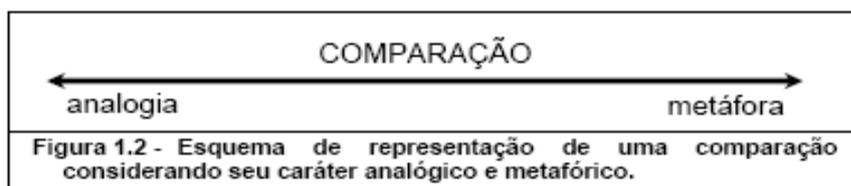
Desta forma, o conceito de metáfora é diferenciado do conceito de analogia com base na relação existente entre os diferentes domínios.

As metáforas reforçam as diferenças entre dois domínios comparados sendo, por isso, essencialmente falsas. Opostamente, as analogias ressaltam as similaridades entre os domínios. Desta forma, “analogias e metáforas podem ser vistas como os extremos de dois pólos” (ibidem). Toda analogia possui caráter metafórico e toda metáfora possui caráter analógico.

Esta observação é muito relevante por colocar os conceitos de analogia e metáfora como partes extremas de uma comparação. Concordamos com

essa ideia porque, sempre que comparamos dois conceitos ou situações, os dois deverão possuir atributos comuns que darão identidade analógica à comparação. Da mesma forma, possuirão atributos que não são comuns, atribuindo um caráter metafórico à mesma. A intensidade de um é inversamente proporcional à intensidade do outro.

Considerando as comparações como parte de um continuum em que analogias e metáforas ocupam os pólos opostos, podemos representá-las como no esquema a seguir.



Neste trabalho, iremos considerar sempre que o termo analogia refere-se à relação existente entre os dois conceitos. Diferentemente desta nossa visão, para DUIT (1991), o termo analogia pode ser utilizado tanto para a relação analógica entre os dois conceitos como também para designar o domínio analógico, ou seja, o conceito que está sendo comparado ao conceito alvo.

Na concepção de analogia representada pela Figura 1.1, a palavra modelo é utilizada para designar as partes comuns dos conceitos comparados. Entretanto, o autor reconhece que os dois conceitos aparecem como concorrentes no mapeamento das similaridades existente entre domínio e alvo. Consideramos que a diferença existente entre tais conceitos está na forma em que é feita a comparação e, por isso, iremos defini-los distintamente.

Outro conceito que aparece ligado ao conceito de analogia é o de exemplo, porque os dois são usualmente utilizados para retratar aspectos de um conceito em estudo. Entretanto, consideramos que “um exemplo é um caso do conceito e não uma comparação entre características similares de dois conceitos”, como propõem Glynn *et al.* (DUIT, 1991).

Um argumento que reforça nosso ponto de vista em relação aos conceitos de analogia e metáfora é a ideia de não existir subordinação entre os

conceitos de uma comparação (ibidem). No entanto, um exemplo é sempre subordinado a um conceito como sendo um caso particular.

Desta forma, o vinagre é um exemplo, presente em nosso cotidiano, de um tipo de solução com caráter ácido. Por isso, não deve ser considerado como uma analogia ao conceito de ácido.

A seguinte definição para analogia é apresentada por VENVILLE *et al.* (1994): “a correspondência de algumas características entre conceitos, princípios ou fórmulas que são por si só diferentes. Mais precisamente, é um mapeamento entre características similares de dois conceitos, princípios ou fórmulas”.

Nesta definição, o conceito de analogia aparece como a identificação ou mapeamento das similaridades entre dois conceitos. Ela reforça a ideia de que o uso de analogias deve explicitar que atributos são compartilhados. Consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas.

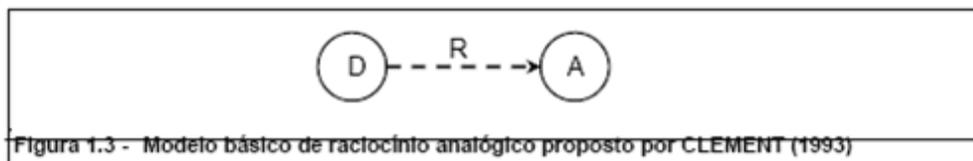
O uso de analogias requer a seleção de situações familiares aos estudantes para explicar um alvo desconhecido (ibidem). Os conceitos domínio e alvo possuem propriedades ou atributos similares e a identificação dessas similaridades é denominada mapeamento. As características e propriedades que não são compartilhadas pelo domínio e alvo constituem a limitação da analogia.

Os termos “analogia” e “exemplo” também são utilizados por BROWN (1992) para referir-se a situações físicas que estão relacionadas de alguma forma. Se a relação entre as situações físicas for feita por meio de princípios abstratos, o autor utiliza o termo “exemplo”; se a relação for feita por similaridades estruturais e/ou funcionais, ele utiliza o termo “analogia”. Classificando desta forma, a comparação entre dois conceitos distintos poderá ser considerada como um exemplo ou um exemplo poderá ser classificado como uma analogia. Discordamos desta proposição por entendermos que ela não considera exemplo e analogia como conceitos distintos. Para a realização do nosso trabalho, pretendemos defini-los de forma mais precisa e diferenciada a fim de evitar situações ambíguas. Uma analogia pode também ser considerada como a existência de objetos, eventos ou citações que

compartilham propriedades em comum, ou seja, que possuem um ou mais atributos em comum (LAWSON e LAWSON, 1993).

O raciocínio analógico é um dos meios pelos quais as experiências são relacionadas e diferenciadas do conhecimento já existente. As analogias podem também servir para o entendimento de novas situações pela construção e comparação a domínios mais familiares. De acordo com WONG (1993), para alguns teóricos o raciocínio analógico é frequentemente caracterizado como a busca de um esquema implícito ou relações analógicas em situações problema. Alguns autores caracterizam o raciocínio analógico como um processo de instrução de mapeamento, no qual o alvo é entendido a partir do domínio ou da situação problema (ibidem). Para estes autores, a resolução de problemas por meio de analogias requer, por parte do indivíduo, o reconhecimento de similaridades específicas e a construção de relações analógicas apropriadas entre os conceitos domínio e alvo, sugerindo que o raciocínio analógico seja facilitado por dois fatores: a convergência de um esquema bem desenvolvido em conhecimento prévio e a capacidade de reconhecer o alvo como um caso do esquema convergente.

Um modelo básico de raciocínio analógico foi proposto por CLEMENT (1993) segundo o esquema:



Em que a letra D representa o conceito domínio que se pretende relacionar com o conceito alvo, representado pela letra A. A relação analógica existente entre os conceitos é representada por R. A linha tracejada é para indicar que nem sempre a relação é compreendida.

Para que numa situação de ensino a analogia pretendida seja percebida, existem, de acordo com o autor, três requisitos:

- a) O estudante deve perceber claramente o conceito domínio D;
- b) Confirmar a plausibilidade da relação analógica R;
- c) Deve aplicar atributos do domínio D ao conceito alvo A.

Embora pareçam óbvias, nem sempre estas etapas são seguidas. Além disso, uma outra etapa que deveria ser adicionada a esta proposta é a determinação das limitações da relação analógica. Ou seja, deve-se discutir com os estudantes quais atributos do conceito domínio que não se aplicam ao alvo para que não façam transposições equivocadas.

Devido ao seu caráter elucidativo, as analogias, como já citamos anteriormente, são muito utilizadas no meio científico e no ensino de ciências.

A seguir trataremos da forma como são utilizadas no ensino de ciências.

1.2. Usando analogias no ensino

A intenção do professor quando utiliza a expressão “para vocês entenderem melhor, vamos fazer uma analogia” é deixar bem claras as propriedades e/ou características do conceito ou situação que deseja ensinar por meio de comparações, utilizando um conceito ou situação conhecida pelos alunos. Seu propósito é facilitar a aprendizagem de seus alunos.

Por ser uma prática muito comum no ensino e também no pensamento humano, o uso de analogias e outras formas de comparações tem sido objeto de estudo de pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento.

As analogias estão constantemente presentes no ensino e não simplesmente em momentos específicos, pois “explicações são tentativas de compreender um evento ou uma situação não familiar em termos de coisas as quais estamos habituados, ou em termos de sistemas familiares de relações por meio de analogias” (BORGES, 1997 - grifo nosso).

As pessoas tendem a resolver problemas não familiares por meio de analogias, utilizando seus conhecimentos sobre problemas familiares e considerando as similaridades existentes entre as situações comparadas (STAVY e TIROSH, 1993).

O raciocínio analógico “é um componente central da cognição humana” (DAGHER, 1995), entretanto, o papel da instrução por analogia em ciências é menos demarcado, tendo sido objeto de estudos de vários pesquisadores.

Alguns autores, descritos por KRAPAS *et al.* (1997), afirmam ser o raciocínio analógico um elemento fundamental na educação em ciências porque incita, nos alunos, processos de raciocínio.

Experiências e analogias são extremamente importantes no ensino de conceitos da química para que haja uma aprendizagem efetiva (HARTWIG *et al.* 1982).

Um fato que permite constatar a importância dada ao uso de analogias no ensino de Química foi, a partir de 1980, a criação de uma seção intitulada 'Application and Analogies' no Journal of Chemical Education. Artigos desta seção serão analisados no capítulo 4 deste trabalho. Outro fato que indica esta importância foi a realização, em 1989, de um simpósio sobre o uso de analogias durante a reunião nacional da American Chemical Society (HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988).

Ao tomarmos conhecimento dos diversos estudos feitos por diferentes pesquisadores sobre a utilização de analogias no ensino de ciências, constatamos que elas apresentam vantagens e desvantagens.

1.3. Vantagens e desvantagens do uso de analogias no ensino

A utilização de analogias por professores é feita na tentativa de que elas venham a contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos em estudo. Entretanto, como os conceitos domínio e alvo não são exatamente iguais, é comum que os estudantes façam confusão entre suas características.

Muitos têm sido os estudos realizados sobre as implicações da utilização de analogias na aprendizagem em diversas áreas do saber. Entretanto, embora a produção de trabalhos nesta área venha crescendo no mundo todo, no Brasil o número de trabalhos ainda é pequeno (TERRAZZAN, 1997).

Para reforçar o ponto de vista de que o uso de analogias é frequente, podemos citar STAVY e TIROSH (1993) que afirmam ser amplamente reconhecido o papel das analogias como poderosas ferramentas de ensino e de aprendizagem. Para eles, as pessoas naturalmente as utilizam para resolver problemas desconhecidos a partir de situações conhecidas.

Os trabalhos de vários pesquisadores indicam que os estudantes frequentemente buscam associar os conceitos em estudo com outros conceitos que já lhes são familiares. Ou seja, as analogias são ferramentas normalmente empregadas no entendimento do desconhecido, utilizando similaridades com o conhecido.

Dois grupos de estudantes americanos de nona e décima série foram comparados por Gilbert para determinar a eficiência da utilização de analogias em textos. Neste trabalho, segundo DAGHER (1995), o autor observou que, após tal utilização, os alunos apresentavam uma maior retenção de conceitos importantes e lembravam-se de grande número de proposições.

As analogias possuem um papel importante porque os modelos mentais são formados dependendo de como as pessoas concebem mentalmente as 'coisas' através de comparações com sistemas familiares (BORGES, 1997), ou seja, por meio de modelos mentais que as pessoas já possuem.

As analogias são poderosas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem porque utilizam os conhecimentos do aprendiz no ensino de novos conceitos. Nesta perspectiva, DUIT (1991) aponta as seguintes vantagens na sua utilização no ensino:

- 1) Abrem novas perspectivas de ensino;
- 2) Facilitam a compreensão de conceitos abstratos por similaridades com conceitos concretos;
- 3) Propiciam a visualização de conceitos abstratos;
- 4) Podem motivar os estudantes;
- 5) Forçam o professor a buscar os conhecimentos prévios dos estudantes;
- 6) Podem também revelar conceitos prévios dos alunos sobre áreas já estudadas.

As analogias abrem novas perspectivas ao permitirem que os conceitos em estudo possam ser trabalhados em um contexto diferente do tema em estudo e que seja do conhecimento dos alunos. Como não existem analogias próprias para cada conceito, sempre há a possibilidade dos professores desenvolverem novas propostas de ensino com analogias que sejam mais adequadas a cada situação, considerando suas especificidades.

A grande maioria das analogias busca utilizar conceitos concretos para facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos. Dessa forma, elas permitem que a discussão dos atributos e propriedades do conceito alvo possa ser feita considerando-se como base as propriedades e atributos do conceito domínio concreto já conhecido dos alunos.

A visualização de conceitos abstratos por meio de analogias com conceitos concretos, indicada por DUIT (1991), é possível quando se trabalha com analogias como a proposta por FENSTER *et al.* (1984). Tal analogia propõe a comparação entre a relação enzima/substrato e um quebra cabeça tridimensional como o apresentado na Figura 1.4.

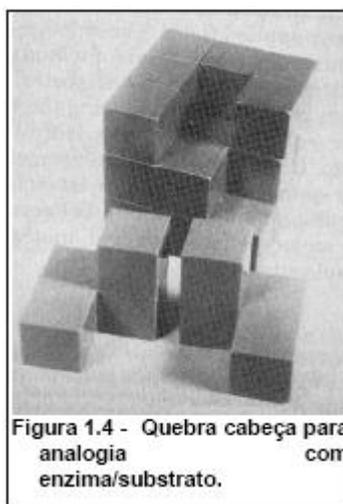


Figura 1.4 - Quebra cabeça para analogia com enzima/substrato.

Desta forma, podemos dar aos alunos uma ideia visual da forma de interação existente entre uma enzima e seu substrato.

Outra possibilidade de visualização de um conceito abstrato a partir da sua representação por modelos é a proposta de construção de modelos com bolas de isopor para compreensão da geometria molecular (MANN, 1973) - Figura 1.5.

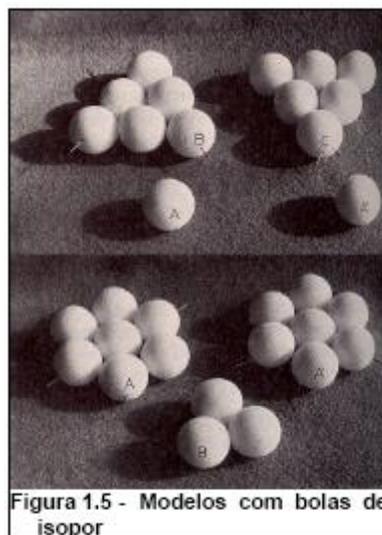


Figura 1.5 - Modelos com bolas de isopor

Consideramos que o emprego de analogias no ensino pode motivar os estudantes (DUIT, 1991) por utilizar domínios que tratam de assuntos mais próximos de suas experiências.

Outros trabalhos também apontam estudos realizados que encontraram dados em que a utilização de analogias em sala de aula não levou a resultados efetivos (VENVILLE *et al.* 1994).

Utilizando entrevistas orientadas em que os estudantes eram solicitados a estabelecer conexões analógicas entre conceitos, MARROM e CLEMENT (1989) concluíram que a utilização de analogias, para ser bem sucedida, necessita ser discutida explicitamente com os estudantes para que estes não falhem em ver os conceitos domínio e alvo como análogos. Os pesquisadores concluíram também que os estudantes necessitam de ajuda para poderem “ver a analogia como um novo caminho” na compreensão do conceito alvo.

Certos trabalhos, descritos por DUIT (1991), relatam estudos cuidadosos do uso de situações analógicas a partir de situações intuitivas nos quais se observou que o uso de analogias no ensino muitas vezes falha em seus objetivos por propor saltos muito grandes entre o que os alunos sabem sobre o conceito domínio e o que se espera que eles aprendam sobre o conceito alvo. Este problema é comum no ensino porque muitas vezes o professor não percebe que o aluno não possui a base necessária para compreender o que lhe está sendo ensinado. As relações que parecem óbvias para o professor não

são vistas assim pelo aluno. Como é de se esperar, no uso de analogias não será diferente.

Em função do que foi discutido, é de se esperar que a utilização da expressão “para vocês entenderem melhor, vamos fazer uma analogia...”, acompanhada de uma comparação entre dois conceitos, não garanta uma aprendizagem significativa. Esta observação é reforçada por estudos, apontados por DUIT (1991), de analogias entre água e circuito elétrico que permitiram concluir que, no uso de analogias, o detalhamento do conceito domínio, mesmo facilitando a aprendizagem e o raciocínio analógico, não é garantia do sucesso.

Um estudo sobre a utilização de analogias por estudantes universitários de biologia foi realizado por BEAN *et al.* e é descrito por DUIT (1991). Os resultados deste trabalho não mostraram diferenças significativas entre os grupos instruídos por textos contendo analogias e os grupos instruídos por textos sem analogias. Os autores observaram que o papel do professor na utilização de analogias, como em outros aspectos, é fundamental.

Trabalhos como o anterior indicam, sem entrar no mérito da qualidade da analogia, que a utilização de analogias não é garantia de que os alunos vão compreender melhor o conteúdo ensinado. Além disso, outros trabalhos apontam para desvantagens no emprego de analogias.

Concordamos com as preocupações apresentadas por alguns autores sobre a utilização de analogias, por entendermos que os benefícios de sua aplicação não são tão óbvios como imaginam muitos professores. Mesmo sendo utilizadas de modo a esclarecer atributos de conceitos alvos, as analogias podem criar, do ponto de vista científico, obstáculos epistemológicos, como reforçam trabalhos de diversos autores.

As analogias funcionam bem enquanto predominam as semelhanças e tendem a falhar quando as diferenças passam a ter maior peso (CINDRA, 1998?), justificando uma atenção especial às analogias periféricas em que apenas um simples atributo dos conceitos coincide.

O uso de analogias no ensino de ciências é considerado por DUIT (1991) como uma “faca de dois gumes”. Ele ressalta as seguintes desvantagens em suas aplicações:

- 1) Possibilidade de que características do domínio que não são compartilhadas sejam atribuídas ao conceito alvo;
- 2) Possibilidade de transferência de concepções prévias sobre o conceito domínio para o conceito alvo;
- 3) As similaridades superficiais podem se sobrepor aos aspectos estruturais provocando compreensão equivocada do conceito alvo.

Se as analogias não são claras para os alunos, estes poderão criar concepções cientificamente equivocadas devido à transferência de atributos para o conceito alvo que não são válidas. Um aluno poderia, por exemplo, imaginar que os elétrons são acompanhados de outras partículas menores devido à analogia entre o átomo e o sistema solar, tendo em vista o conhecimento de que muitos dos planetas do nosso sistema são acompanhados de outros corpos, as luas.

A preocupação de que o uso de analogias leve à formação de concepções equivocadas ou as reforce é compartilhada por OTERO (1997).

Os riscos apresentados anteriormente serão mais graves se os professores, ao utilizarem analogias, não se preocuparem em esclarecer seus alunos sobre quais são os atributos do conceito domínio que podem ser atribuídos ao conceito alvo. Estamos de acordo com a afirmação de que muitas analogias não são proveitosas em situações de aprendizagem já que os estudantes não percebem a relação analógica (ibidem). Um dos possíveis motivos do fracasso no uso de analogias é o fato dos estudantes não estarem familiarizados com o domínio analógico.

Nesta linha de pensamento, DAGHER (1995) afirma que muitos autores recomendam precauções no uso institucional de analogias porque elas podem sugerir e reforçar falsas associações e desenvolver conceitos equivocados sobre o conceito alvo.

Esta concepção é reforçada por VOSNIADOU e SCHOMMER (1988) ao descreverem que o problema da transferência inapropriada de atributos de conceitos domínios para conceitos alvo é maior em crianças mais novas. Isso ocorre devido ao fato de elas possuírem um menor conhecimento, que dificulta o confronto de informações e características dos conceitos.

Críticas à utilização de metáforas e analogias também são feitas por LOPES (1992). Entretanto, a autora ressalta que tais críticas não implicam “na impossibilidade de aplicação de metáforas e analogias em ciências: muitas vezes elas são necessárias, quando construímos modelos e nos expressamos em linguagem não formal”. Ela ressalta que sua utilização não deve ser descuidada e servir apenas para esquecermos a aridez das fórmulas matemáticas. Para ela, muitos autores acabam por “difundir inverdades em nome de uma metáfora atraente a seus olhos”.

Compartilhamos tal preocupação quando percebemos que os professores, no instante em que procuram clarear algum conceito que não está sendo bem compreendido por seus alunos, utilizam as analogias que lhes vêm à mente sem atentarem para suas limitações e os consequentes riscos de sua aplicação.

Em outro trabalho, LOPES (1996) afirma que: “o conhecimento escolar não deve ser construído como uma deturpação do conhecimento científico, pelo uso excessivo de metáforas e analogias, capazes de promover o mascaramento da ruptura entre conhecimentos cotidianos e científicos”.

Estudando os obstáculos ao aprendizado de química através dos livros didáticos, LOPES (1992) conclui que:

“Ensinar ciência não é tarefa fácil que consista em tornar acessíveis aos alunos os conceitos científicos: ao contrário, precisamos desenvolver o raciocínio de forma a empreender mudanças na cultura do aprendiz”.

Compartilhamos com a autora a preocupação de que não se deve distorcer os conceitos científicos por meio de comparações superficiais que levem a obstacularizar o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos. Entretanto, sua conclusão parecemos muito forte, pois julgamos ser importante o fato de “tornar acessível aos alunos os conceitos científicos”.

Entendemos também que o objetivo não deve se restringir ao fato de tornar os conceitos científicos acessíveis por meio de analogias mal estruturadas. Mais importante do que isso é disponibilizá-los aos alunos através da compreensão clara de seus atributos e suas relações com outros conceitos que venham servir de comparação.

Para melhor entender a forma como os alunos aprendem utilizando analogias existem várias propostas de estruturação do pensamento analógico.

A estrutura de pensamento dos estudantes relativa às analogias é, segundo BROWN (1994), diferente da estrutura de pensamento dos cientistas por três motivos básicos:

1) As analogias que são apropriadas para os cientistas podem não o ser para os estudantes que rejeitaram a relação analógica;

2) Em alguns casos a construção de pontes analógicas pode ser necessária para o estabelecimento das conexões analógicas;

3) Pode ser necessária ajuda para que os estudantes construam corretamente as relações entre os conceitos.

A afirmativa de que analogias do meio científico podem ser inapropriadas ao ensino (ibidem), também se aplica a muitas analogias didáticas no ensino de ciências e, especificamente, química. Isso pode ser facilmente compreendido se considerarmos que a base de conhecimentos dos alunos é muito diferente da que se espera dos cientistas.

Dessa forma, um conceito domínio óbvio para cientistas pode estar inacessível para os alunos. Os professores que devem perceber esse fato e trabalhar com analogias cujos domínios sejam conhecidos pelos alunos, não podendo querer tratar analogias do meio científico em sala de aula como se seus alunos fossem pequenos cientistas. Por outro lado, devemos considerar a importância das analogias utilizadas pelos cientistas na compreensão de 'novos processos'.

Esta preocupação também deve existir ao se utilizar analogias que surgiram no desenvolvimento histórico dos conceitos, uma vez que a compreensão do domínio pode não ser a mesma que a da comunidade, científica ou não, da época da sua proposição. A necessidade de auxílio para que os alunos compreendam as relações analógicas é clara quando o conceito alvo é tido como difícil, mas pode ser necessária mesmo quando o professor a entenda como óbvia, pois estas podem não ser óbvias para seus alunos. Esta deve ser uma preocupação constante dos professores.

As observações de BROWN (1994) também se aplicam à utilização de modelos no ensino de ciências, tendo em vista que o conceito de modelo está

muito ligado ao de analogia e que os modelos também são muito utilizados no ensino de ciências e de química.

Portanto, mesmo sendo útil para que os estudantes compreendam com maior facilidade conceitos científicos, o uso de analogias, e também de modelos, precisa ser realizado de modo consciente e confiável, para que os resultados desejados sejam alcançados sem que os alunos desenvolvam concepções cientificamente equivocadas em relação aos conceitos alvos.

As desvantagens apresentadas por DUIT (1991) e outros autores para a utilização de analogias não significam que estas não devem ser utilizadas. Elas indicam que devem ser tomados os devidos cuidados quando da sua utilização.

Portanto, os professores devem ter consciência de que para utilizarem quaisquer analogias necessitam assegurar-se que os atributos não compartilhados não serão transportados do domínio para o alvo como descrição verdadeira. Um possível caso é dado pela analogia entre a distância entre os núcleos dos átomos em uma ligação química covalente ou numa interação de van de Waals e o raio de pessoas dançando juntas ou separadas (REYNER-CANHAM, 1994). O aluno pode entender, por exemplo, que o raio covalente dependerá dos átomos 'gostarem' mais ou menos uns dos outros.

A preocupação com a transferência inadequada de atributos do domínio para o alvo é reforçada por HARRISON e TREAGUST (1993) ao afirmarem, com base em diversas publicações, que o uso não crítico de analogias pode gerar concepções equivocadas, especialmente se atributos que não são compartilhados pelos conceitos são tratados como comuns. Outro complicador apresentado é o fato de o aprendiz não estar bem familiarizado com o conceito domínio. Se não houver familiarização com o domínio, a analogia não fará sentido para o aprendiz. Esta deve ser uma preocupação constante do professor.

Não foram observadas diferenças significativas na aprendizagem de crianças entre 5 e 7 anos através de textos contendo analogias quando comparada com a aprendizagem de crianças que utilizaram textos similares sem analogias (VOSNIADOU e SCHOMMER, 1988). Esse resultado indica mais uma vez que a utilização de analogias não garante uma melhor aprendizagem de conceitos científicos.

Qualquer revisão da literatura sobre o uso de analogias no ensino de ciências irá deparar com trabalhos apontando vantagens e desvantagens. Em um estudo de revisão de 15 artigos sobre a utilização de analogia como estratégia de ensino, observamos que 12 apresentavam resultados positivos, 6 resultados parcialmente positivos e apenas um deles apresentou somente resultados negativos (DAGHER, 1995).

Frente ao que foi apresentado, torna-se claro que o professor deve orientar seus alunos na compreensão das relações analógicas para que eles construam corretamente as relações entre os conceitos e não desenvolvam concepções equivocadas do ponto de vista científico.

2. As analogias como ferramentas didáticas para o ensino de ciências.

Por meio de levantamento bibliográfico na literatura sobre analogias, conseguimos perceber que era possível classificar três grupos de investigações que tratam sobre o uso de analogias como ferramentas no processo de ensino. Primeiramente, foi feito um levantamento mais amplo para conhecer e compreender o que era produzido na área e para localizar os trabalhos que tratavam sobre o uso de analogias por professores no contexto escolar.

Desse levantamento mais amplo, percebemos que existiam trabalhos que se referiam à avaliação de estratégias didáticas para um uso efetivo de analogias para a construção de conceitos científicos. Sendo que, em alguns casos, os autores se utilizavam de análises de textos didáticos como base para construção de estratégias didáticas para sala de aula. Por exemplo, Glynn *et al.* (acessado em 06/07/2007) desenvolve o modelo TWA (Teaching with Analogies) a partir de uma análise de livros texto de Ciências. Um segundo grupo de trabalhos se referia ao uso de analogias como se apresentam em textos didáticos. Por fim, o terceiro grupo de trabalhos tratava sobre o uso de analogias tal como elas são utilizadas no contexto escolar, ou seja, tal como são utilizadas por professores em sala de aula.

2.1. Estratégias didáticas para o uso de analogias.

Pesquisas (GLYNN *et al.* 1998; GLYNN; TAKAHASHI, 1998) na área de analogias e metáforas apontam que a maioria dos professores e autores de textos didáticos são inconscientes de que usam analogias, ou seja, eles o fazem automaticamente. O uso não sistematizado destes recursos didáticos, geralmente pode causar confusões e levar a gerar concepções alternativas nos alunos. A distinção entre o conceito alvo e análogo, exemplos do conceito e as características do conceito se tornam obscuros na cabeça dos estudantes. Uma solução para este problema segundo Glynn e Takahashi (1998) seria não usar analogias, o que seria irreal, já que os professores e autores, assim como os seres humanos, são predispostos a pensar analogicamente. Consciente ou inconscientemente, professores e autores usarão analogias durante suas explicações. Assim, os autores colocam que a melhor solução seria introduzir, aos professores e autores, uma estratégia para o uso de analogias, sistematicamente, para explicar conceitos fundamentais de maneira que se tornem significativos para os estudantes. Uma dessas estratégias para evitar que o uso de analogias falhe é a utilização do modelo TWA (Teaching With Analogies).

Glynn *et al.* (1998) colocam que o modelo TWA (Teaching with Analogies) foi proposto inicialmente baseado em análises de livros didáticos de vários níveis escolares. Os autores também fizeram observações em professores exemplares de ciências. A partir das análises das aulas dos professores exemplares (observados em conjunto com as análises dos livros didáticos) revelaram seis operações que idealmente poderiam ser levadas em consideração quando ensinando com analogias:

- 1 - Introdução do conceito alvo;
- 2 - Sugestão do conceito análogo;
- 3 - Identificação de características relevantes do alvo e análogo;
- 4 - Mapear similaridades;
- 5 - Indicar onde a analogia falha;
- 6 - Esboçar conclusões.

Assim, os professores poderiam usar este modelo para modificar analogias usadas por autores a fim de ensinar seus estudantes conhecimentos específicos. Isto é importante, pois novos conteúdos se tornarão mais significativos quando fizerem parte do cotidiano dos estudantes. Os autores colocam que a ordem na qual estas seis operações são desenvolvidas pode variar, o importante é levar em consideração a realização de todas as operações.

Se o professor ou o autor do livro didático desenvolverem somente algumas das operações, deixando outras para os estudantes, é possível que o estudante possa falhar na operação ou venha a desenvolvê-la pobremente. O resultado pode ser a formação de concepções alternativas sobre o conceito que está sendo ensinado.

Harrison e Treagust (1994) fazem uma modificação do modelo Teaching with Analogies (TWA), originalmente proposto por Glynn em 1991, com o intuito de produzir um modelo sistematizado de ensino para o uso de analogias, o que reduziria a formação de concepções alternativas e intensificaria a compreensão dos estudantes. Os autores reafirmam que enquanto o uso de cada passo é importante, a ordem em que são usados depende do estilo de cada professor, da particularidade de cada conceito científico e do análogo que está sendo usado. Nesta forma modificada, o modelo TWA é apresentado pelos autores da seguinte forma:

Passo 0 – Levantar se existe familiaridade entre análogo e aluno.

Passo 1- Introduzir o conceito alvo a ser aprendido. Fazer uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada.

Passo 2- Sugerir aos estudantes a situação análoga. Assim, a sua familiaridade com os estudantes pode ser estimada pela discussão e questionamento.

Passo 3- Identificar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 4- Mapear as similaridades entre alvo e análogo. O professor e os alunos identificam as características relevantes do conceito alvo e ligam estas com as características correspondentes do análogo.

Passo 5- Identificar onde a analogia falha. Observar as concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido e indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência. Apontar isto aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo a partir da analogia.

Passo 6- Esboçar conclusões sobre o conceito alvo. Resumir os aspectos importantes do conceito alvo.

O passo 0 é proposto por mim, no intuito de verificar se o aluno reconhece o análogo. Caso o aluno não o identifique o professor terá que procurar outro análogo para trabalhar, pois, o aluno não fará comparações entre dois domínios que não conhece.

Por isso proponho que isso seja feito ao final da aula, anterior a aplicação da analogia, para que caso ocorra de alguns alunos não terem familiaridade com o análogo a estratégia possa ser retomada com a utilização de outro análogo.

Os autores concluem que, para uma instrução efetiva com analogias, esta deve conter três passos ativos, a saber: 1) assegurar que o professor e o aluno visualizem o análogo de forma congruente; 2) desenvolver os atributos de forma plausível de modo a elucidar o conceito alvo e 3) identificar claramente para os alunos os atributos não compartilhados. Os autores propõem, ainda, que o uso sistematizado de analogias para o ensino envolve a incorporação dos seis passos deste modelo a três fases inter-relacionadas abrangendo ajuste, ação e reflexão.

Clement *et al.* (1987 *apud* DUIT, 1991) da Universidade de Massachusetts, desenvolveram uma promissora abordagem para “remediar” as concepções alternativas dos estudantes via o que eles chamam de “analogias ponte”. Seus estudos iniciam com pesquisas na área das concepções dos estudantes. Têm-se, no entanto, abundantes evidências empíricas que a analogia usada frequentemente falha porque (1) os estudantes não entendem o análogo apropriadamente; e (2) os estudantes não são capazes de desenvolver as analogias pretendidas. A ideia geral das “analogias ponte” é baseada nessas duas deficiências mencionadas. Clement e seus colegas procuraram por situações analógicas que disparassem uma intuição correta, isto é, uma intuição que pode ser desenvolvida para a compreensão da situação alvo. Eles

chamam estes análogos de “âncoras” (ou “exemplos ancorados”). Mas até mesmo se a analogia ensinada começa a partir de análogos familiares aos estudantes, isto frequentemente falha porque o “salto” do análogo ao alvo é muito grande. O grande salto é, contudo, dividido em saltos menores que podem ser dominados. Um exemplo seria um livro apoiado em cima de uma mesa (Figura 3). Sabe-se através de pesquisas sobre a concepção dos estudantes, que muitos deles tem sérias dificuldades em compreender que uma mesa “empurra para cima” o livro, ou seja, que a mesa está agindo sobre o livro via uma força. De acordo com estes estudantes, as forças são dedicadas somente a coisas ativas. A mesa não é ativa, conseqüentemente, não existe nenhuma força em cima do livro causada pela mesa. Para guiar os estudantes a entender a situação alvo, isto é, de que existe uma força ascendente agindo sobre o livro pela ação da mesa, os autores sugerem a seguinte situação: Uma mola é comprimida por um dedo. Neste caso, existe, obviamente, uma força agindo sobre o dedo causada pela mola. Esta situação engatilha a intuição correta. Desta situação âncora, eles procedem a situação alvo via duas situações ponte: um livro em uma superfície de borracha e um livro deitado em uma tábua flexível.

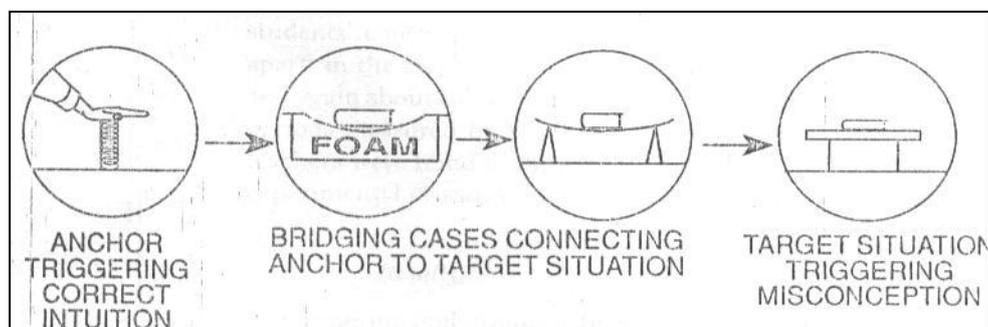


Figura 1 - Exemplo de uma analogia ponte.

Em outro estudo realizado por Clement (1998), o autor propõe que existem similaridades entre a forma de raciocínio analógico utilizado por especialistas, como estudantes de doutorado e também cientistas como Newton, e por aprendizes, como por exemplo, estudantes de “high School physics classes” (correspondente ao Ensino Médio no Brasil). Logicamente, os

aprendizes não possuem a mesma destreza que os especialistas em usar o raciocínio analógico, mas a maioria dos estudantes pode empenhar-se nos aspectos essenciais do raciocínio analógico. É plausível que este empenho ajude em que o ensino se torne mais interativo para eles. O autor focaliza alguns métodos de validação das relações analógicas, entre eles o das “analogias ponte”, onde os especialistas buscavam situações “âncoras”, que eram intermediárias entre alvo e análogo, apresentando características de ambos, para tentar resolver os problemas propostos. Nas observações realizadas pelo autor, esse encontra que os especialistas “gastam” energia e tempo considerável ao tentar avaliar a validade das relações analógicas. Os alunos aprendizes também despendiam um tempo considerável para refletir e compreender uma analogia que implique uma mudança conceitual significativa. Embora os autores tenham encontrado aprendizes avaliando suas próprias analogias espontaneamente, este fato é bem menos comum para os novíços do que para os especialistas. Então, esse processo deve ter uma intermediação do professor durante a instrução.

A ideia de buscar situações âncora que possam ser aceitas pelos estudantes, ainda que estejam distanciadas da representação do alvo, e em seguida buscar analogias ponte para aproximar as representações da âncora e do alvo, parece frutífera. Em alguns casos, os próprios estudantes, durante as discussões, produzem exemplos familiares e criativos. O professor deve ter muito cuidado para não rejeitar estes exemplos. Embora os professores introduzam o conceito alvo e exemplos ancorados na discussão, eles não devem revelar sua opinião sobre se os exemplos ancorados são análogos ao alvo por um considerável período de tempo. Assim, os estudantes estão ativamente empenhados em avaliar se os exemplos são análogos ou não e encontrar o melhor caminho para visualizar o alvo.

3. CATEGORIAS PARA O USO DE ANALOGIAS

O segundo trabalho é o de Curtis e Reigeluth (1984 *apud* DUIT, 1991), que analisaram analogias usadas em 26 livros didáticos de ciências, em que sua análise é muito mais quantitativa. Os tópicos dos livros didáticos abordados foram Biologia (10), Ciência geral (6), Química (4), Física (3), Ciência da terra (2) e Geologia (1). Foram encontradas 216 analogias (variando entre 8.3 por livro). O uso de analogias foi investigado de acordo com algumas categorias:

Tipo de relação analógica (estrutural, funcional, estrutural-funcional). Nas relações analógicas estruturais, análogo e alvo apresentam a mesma aparência física geral. Nas relações analógicas funcionais, alvo e análogo apresentam funções similares. E, no terceiro tipo de relação analógica, são combinados os tipos estruturais e funcionais. Nos textos analisados pelos autores, a maioria das relações analógicas foram funcionais (70%), enquanto que um número menor foi de relações estruturais (25%) e somente onze (5%) compartilharam as relações estruturais e funcionais.

Formato de apresentação da analogia (verbal, pictórico-verbal). No formato verbal, a analogia é explicada somente em palavras. Já no formato pictórico-verbal, a analogia apresentada em um formato escrito é reforçada por figuras do análogo, que podem ser tanto um desenho como uma fotografia. Este último tipo de analogia fornece a visualização para os estudantes, enquanto que as analogias verbais requerem que os estudantes produzam suas próprias visualizações. A maioria das analogias encontradas foi do tipo verbal (84%). Somente 34 (16%) combinaram figuras e texto escrito caracterizando as analogias pictórico-verbais.

Nível de abstração da analogia (concreto-concreta, abstrato-abstrata, concreto-abstrata). O conteúdo do análogo e do alvo podem ser categorizados como concretos ou abstratos. Existem três combinações possíveis: concreta/concreta, onde alvo e análogo são de natureza concreta. Abstrata/abstrata, onde alvo e análogo são de natureza abstrata. Concreta/abstrata, onde o análogo é de natureza concreta e o alvo é de natureza abstrata. Conforme era esperado pelos autores, não foi detectado

nenhum tipo de analogia abstrata/concreta, já que o propósito das analogias é ajudar a explicar conteúdos abstratos ou difíceis. Já que as analogias promovem uma ponte entre o familiar e o não familiar e entre um conteúdo simples para um complexo ou difícil, a vasta maioria das analogias encontradas foram do tipo concretas/abstratas (82%).

Posição da analogia no texto (organizadores avançados, ativador embutido, pós-sintetizador. A posição do análogo em relação ao alvo pode variar. O análogo pode ser apresentado no início da instrução, como um organizador avançado (AUSUBEL, 1969 *apud* CURTIS; REIGELUTH, 1984). Neste sentido, poderia promover o conhecimento necessário para aprendizagem de um novo conteúdo não familiar. Por outro lado, o análogo pode ser apresentado durante a instrução, em um ponto em que o conteúdo se torne mais abstrato ou difícil para o estudante. Nesta posição, ele atua como um ativador embutido. Finalmente, a analogia pode aparecer no final da instrução de um tópico, atuando como pós-sintetizador da informação precedente.

Nível de enriquecimento (simples, enriquecidas, estendidas). Uma analogia do tipo simples é composta por três partes: o alvo, o análogo e um conectivo como “é como” ou “pode ser comparado com”. Uma analogia simples pode ser enriquecida pelo estudante pela especificação de correspondências para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Também, uma analogia enriquecida pode incluir as limitações da relação analógica. A maioria das analogias encontradas nos livros didáticos analisados pelos autores (81%) foram enriquecidas com vários níveis de correspondências e limitações. O mais complexo nível de enriquecimento encontrado foi aquele em que várias correspondências de um único análogo eram usadas para ensinar mais de um tópico ou quando vários análogos eram usados para explicar um único tópico. Este nível de enriquecimento foi chamado pelos autores de analogias estendidas. Os modelos dos três níveis de enriquecimento são apresentados na Figura abaixo.

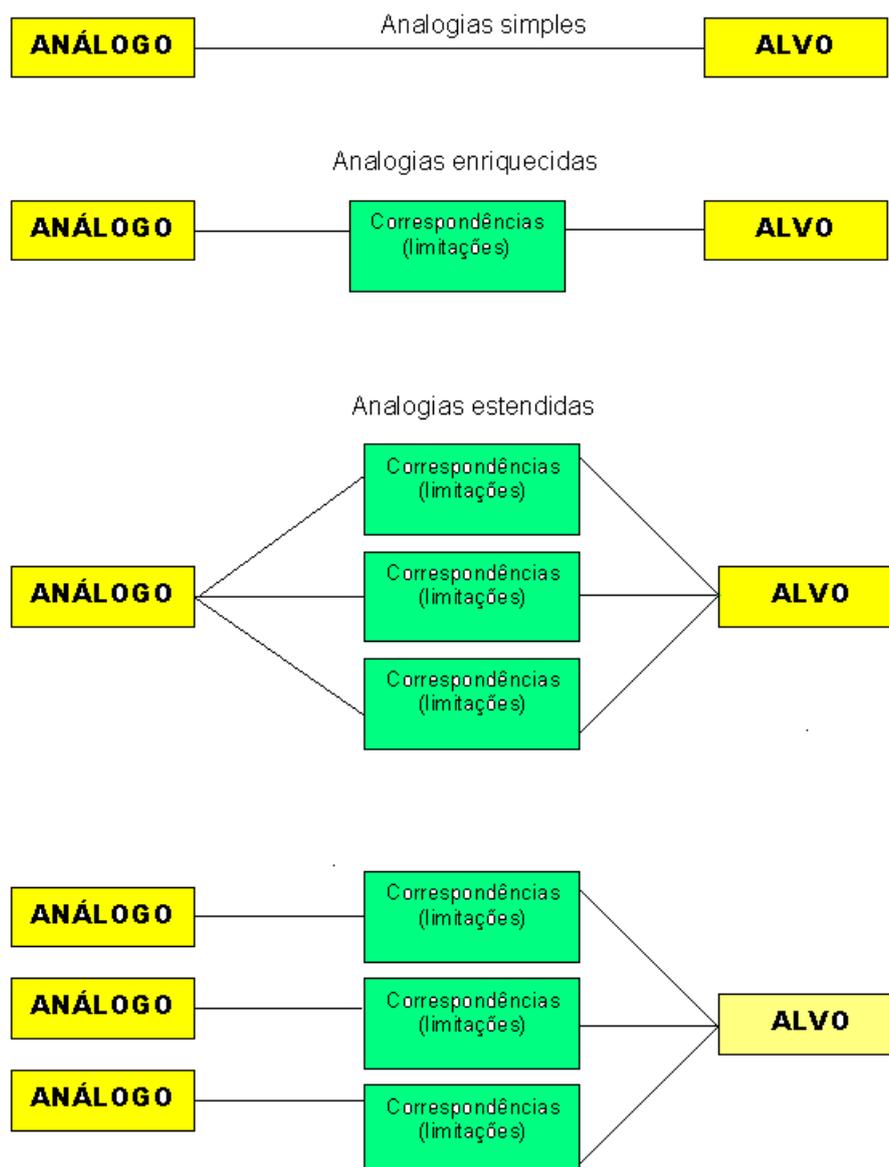


Figura 2 - Modelos dos três níveis de enriquecimento.

Fonte: FERRAZ (2001).

4. Orientações ao usar analogias

Geralmente é aceito, particularmente pelos autores de livros didáticos, que os estudantes sabem sobre o análogo a ser utilizado e sobre a estratégia cognitiva do pensamento analógico. Isto pode ser explicado, pois das 216 analogias, em 106 (49%) os autores de livros didáticos não fizeram nenhuma tentativa em descrever o análogo ou a estratégia cognitiva depois de

apresentar o t3pico. No entanto, esta pressuposio3o de que os alunos j3a conhecem o an3logo e a estrat3gia cognitiva pode ser incorreta. Em casos em que o an3logo n3o 3 familiar para os alunos, seria melhor explicar ou descrever o an3logo. Se o an3logo 3 familiar, mas complexo, seria mais ben3fico revis3-lo antes de usar a analogia. Identificar a analogia expressamente como uma estrat3gia cognitiva foi outra t3cnica usada pelos autores de livros did3ticos. Neste sentido, esclareciam aos alunos de que uma compara3o entre algo n3o familiar e algo familiar iria ocorrer no intuito de ajud3-los a entender o conceito n3o familiar. Em alguns casos, os autores dos livros did3ticos explicavam o an3logo e tamb3m identificavam a estrat3gia (8% das analogias).

O que propomos 3 que essa(s) analogia(s) parta(m) da(s) pr3-concep3o(3o3es) dos alunos, n3o atrav3s da forma3o de grupos e discuss3o em grupos pelos alunos, onde eles discutem e debatem em grupo suas pr3-concep3o3es, como prop3e Galagovski atrav3s de seu modelo did3tico anal3gico (MDA), n3o que esse modelo esteja incorreto, mas sim por sua inaplicabilidade na quest3o tempo, que o ensino atualmente se molda, mas atrav3s de um breve esbo3o de partes do conte3do cient3fico (alvo) a ser ministrado, induzindo os alunos atrav3s de perguntas pr3-estabelecidas a fazer rela3o com imagens, fun3o3es, cores, movimentos que lhe venham 3 mente naquele momento e a partir deste levantamento ser3 regido pelo professor e feito individualmente, e posterior an3lise das analogias levantadas nas respostas dos alunos o professor ir3 montar sua aula dentro do modelo TWA.

REFERÊNCIAS

- BROWN, D. E. Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. **Int. J. Sci. Educ**, v. 16, n. 2, p. 201-214, 1994.
- CLEMENT, J. J. Expert novice similarities and instruction using analogies. **Int. J. Sci. Educ**, n. 20, v. 10, p. 1271-1286, 1998.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, v. 13., p. 99-117, 1984.
- DAGHER, Z. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, v. 78, n. 6, p. 601-614, 1994.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio**. Cascavel: Edunieste, 2006. 190 p. (coleção Thésis).
- GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.
- GLYNN, S. M.; TAKAHASHI, T. Learning from analogy-enhanced science text. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 10, p.1129-1149, 1998.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade- 10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-130, 1993.
- MÓL, G. **O uso de analogias no ensino de Química**. 1999. 225 f. Tese (Doutorado em química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 1999.

APÊNDICE D – ESTRUTURAÇÃO DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL****NÚCLEO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA****ESTRUTURAÇÃO DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA
SEGUNDO O MODELO TWA (Teaching with Analogies)****ANALOGIA****Assunto:** Estequiometria**Nº de Aulas Previstas:** 01 (50min)**Situação Alvo:** Reagente limitante**Situação Análoga:** Baile com homens e mulheres, encaixe de parafusos e polcas

Campo Grande – MS – 2008

ESTRUTURAÇÃO DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA SEGUNDO O MODELO TWA**(Teaching with Analogies)**

ANALOGIA – Oficina – 2008 –

ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR

Passo 0: Levantamento das pré-concepções dos alunos.

Esse passo é fundamental para execução de uma analogia de forma significativa, captando as pré-concepções que os alunos trazem e utilizando as mesmas como subsunçores.

Esse passo deve tomar do professor no máximo 10 a 15 minutos e deve ser executado no fim do período para que esse tempo seja respeitado e não interfira no conteúdo que o professor esteja ministrando naquele momento.

Proponho que o professor faça uma pequena explanação sobre o assunto e após faça uma pergunta induzindo os alunos a fazer uma comparação com algum aspecto do seu cotidiano.

No caso dos reagentes limitantes e das analogias que iremos utilizar proponho uma breve explanação falando do movimento dos átomos e da proporcionalidade entre os reagentes.

Após essa explanação o professor indaga?

Quando falo nas questões abaixo o que vem a cabeça de vocês? que correlação/comparação vocês fazem com coisas do seu cotidiano ou com alguma coisa que conheçam dentro ou fora do conhecimento científico.

Quando falo que as moléculas reagem umas com as outras?

Se uma das substâncias estiver em maior quantidade e outra em menor quantidades?

Moléculas que colidem e formam uma nova molécula?

Depois de respondido essas respostas devem ser entregues ao professor, para a partir daí o professor montar suas analogias.

1º Passo: Apresentação do “conceito/fenômeno/modelo alvo” a ser ensinado

Inicialmente deve ser feita uma exposição dialogada acerca dos pontos principais relativos ao processo da “Cinética Química”. O texto que segue pode ser usado como sugestão para um roteiro desse diálogo, que deve ser acompanhado por figuras ilustrativas do processo, projetadas ou desenhadas no quadro.

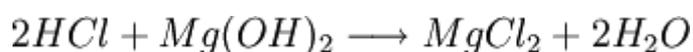
Reagente limitante

Numa reação química, o **reagente limitante** é aquele que será consumido por completo em primeiro lugar, fazendo com que a reação termine. A sua determinação depende da quantidade inicial (moles) de cada um dos reagentes, e leva em conta a estequiometria da reação.

Determinação do reagente limitante e reagente em excesso

Exemplo de Reação Química

Para demonstrar o cálculo do reagente limitante, utilizar-se-à como exemplo a seguinte reação, que culmina com a formação de cloreto de magnésio e água:



Acertar a equação

Numa reação química e de acordo com a Lei de Lavoisier, não há nem perda nem ganho de átomos. Tal implica que o número total de átomos *de cada elemento* no lado esquerdo da equação deve ser sempre igual ao do lado direito. Ao proceder à determinação do reagente limitante, a equação deve ser "acertada" (ou "balanceada") por forma a cumprir a lei de Lavoisier (ver mais em estequiometria).

Na equação exibida acima encontram-se 4 átomos de hidrogénio (H), 2 de cloro (Cl), 1 de magnésio (Mg) e 2 de oxigénio (O) tanto à esquerda como à direita, pelo que já se encontra acertada.

Cálculo do reagente limitante

O reagente limitante encontra-se dividindo a quantidade (em mol) de cada reagente pelo seu índice estequiométrico. O reagente para o qual se obtiver o valor mais baixo é o limitante.

Reagente em moles

De acordo com a estequiometria da equação, duas moles de HCl reagem com uma mole de $Mg(OH)_2$. Se for preparada uma reacção entre uma mole de cada composto, o reagente limitante seria o HCl, visto que se gasta a uma proporção maior (2 de HCl por cada 1 de $Mg(OH)_2$). Esta observação empírica é comprovada ao efectuar o cálculo indicado acima, na caixa de texto:

$$N_{Mg(OH)_2} = \frac{1}{1} = 1$$

$$N_{HCl} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Reagente em massa

A unidade de medida mais frequentemente utilizada para quantificar os reagentes (em estado sólido) é a massa, pelo que quando apenas a massa (e não a quantidade em mol) dos reagentes é conhecida, é necessário efectuar a conversão para determinar o reagente limitante (ver mais em massa molecular).

Exemplo

Questão: Se se fizer reagir 10 gramas de HCl com 5 gramas de $Mg(OH)_2$, qual o reagente limitante?

1. Determinação da massa molecular de cada um dos reagentes:

$$M_{Mg(OH)_2} = 24,3 + (16 + 1) * 2 = 58,3 \text{ g/mol}$$

$$M_{HCl} = 1 + 35,45 = 36,45 \text{ g/mol}$$

2. Determinação do número de moles, utilizando a massa molecular:

$$Mol_{Mg(OH)_2} = \frac{5 \text{ g}}{58,3 \text{ g/mol}} = 0,086 \text{ mol}$$

$$Mol_{HCl} = \frac{10 \text{ g}}{36,6 \text{ g/mol}} = 0,273 \text{ mol}$$

3. Divisão pelos coeficientes estequiométricos:

$$N_{Mg(OH)_2} = \frac{0,086}{1} = 0,086$$

$$N_{HCl} = \frac{0,273}{2} = 0,137$$

Resposta: Nesta situação, o reagente limitante é o $Mg(OH)_2$ ($0,086 < 0,137$).

2° Passo: Introdução do “conceito/fenômeno/modelo análogo” a ser utilizado

ANALOGIA 1



ANALOGIA 2

no experimento:	2 mol	5 mol
reagem:	2 mol	3 mol
excesso:		2 mol

O número de mol de $SbCl_5$ produzido foi calculado diretamente a partir da quantidade de $SbCl_3$, que é o **reagente limitante**.

Reagente limitante e reagente em excesso

Imagine que tenhamos de montar o maior número possível de conjuntos formados por um parafuso e duas porcas, e para isso disponhamos de cinco parafusos e doze porcas. Observe a figura ao lado.

Perceba que, nesse caso, os parafusos são o **reagente limitante** e as porcas são o **reagente em excesso**.

Para resolver questões que envolvem reagentes limitantes e em excesso, podemos seguir as seguintes etapas:

3º Passo: Identificação das características relevantes do “análogo” utilizado

Neste passo, através de uma discussão coletiva, devem ser estabelecidas as características relevantes do análogo utilizado. A seguir, algumas destas características são apontadas.

Análogo 1

1. Existe provavelmente uma maior quantidade de homens ou de mulheres.
2. Os homens e as mulheres tendem a reagir (dançar).
3. Se tiver menos homens provavelmente todos os homens irão dançar.
4. Se tiver mais mulheres, algumas mulheres ficaram sem dançar.

Análogo 2

1. Existe maior quantidade de polcas que de parafusos.
2. Cada parafuso conseguem parafusar duas polcas.

- 3. Irá faltar parafusos.
- 3. Irá sobrar polcas.

4° Passo: Estabelecimento das similaridades entre o “análogo” e o “alvo”

Neste passo, a partir da caracterização do análogo os alunos devem ser solicitados a fazer comparações entre as duas situações: alvo e análoga, através do preenchimento da FICHA 1, que deve ser recolhida para conferência posterior. Abaixo, temos uma sugestão de possíveis comparações.

Reagente limitante em excesso	Análogo 1- Baile (homens e mulheres dançando)
Reagente limitante e em excesso	Análogo 2- Parafusos e polcas

5° Passo: Identificação dos limites de validade da analogia utilizada

Se possível, devemos tentar que os alunos ao preencherem a FICHA 2, indiquem também (no verso) características da situação análoga que não encontram correspondência na situação alvo e vice-versa., ou seja, pontos onde a analogia falha.

De todo, modo sempre é necessário que o professor sistematize este passo. Abaixo, temos um exemplo de limite de validade para esta analogia.

Reagente limitante em excesso	Análogo 1- Baile (homens e mulheres dançando)
Reagente limitante em excesso	Análogo 2- Parafusos e polcas

6° Passo: Esboço de uma síntese conclusiva sobre a "situação alvo"

Ao final, o professor deve retomar as características básicas da situação alvo, a partir da sistematização coletiva feita no quadro, das sínteses realizadas pelos alunos. Estas síntese devem ser registradas na FICHA 3, a qual deverá ser previamente recolhida para análise posterior.

ANEXO

