

ANALOGIAS PARA O CONCEITO DE INCOMPATIBILIDADE SANGÜÍNEA A PARTIR DE UM MODELO DE ENSINO

ANALOGIES TO THE CONCEPT OF SANGUINE INCOMPATIBILITY FROM A TEACHING MODEL

Ana Maria Senac Figueroa¹
Ronaldo Luiz Nagem², Ewaldo Melo de Carvalho³

¹Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais/E.E.Professor Leon Renault, anasenac@uol.com.br

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/Departamento Acadêmico de Educação, nagem@twi.com.br

³Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação, ewaldomc@terra.com.br

Resumo

O foco central deste trabalho é mostrar a possibilidade de elaboração de analogias novas, a partir de um modelo de ensino. Para tanto, utiliza a Metodologia de Ensino com Analogias – MECA – para tentar verificar a potencialidade do modelo que chamamos de **café com leite**, para a compreensão do conceito de *incompatibilidade sangüínea*. Enfatiza a importância à contribuição dos alunos na criação de analogias próprias. Verifica a possibilidade de avaliação da compreensão do conceito pelo aluno para proporcionar reflexão sobre a sua própria aprendizagem. Expõe alguns aspectos de teorias de aprendizagem e suas relações com analogias e modelos. Apresenta a pesquisa realizada e seus resultados. A discussão final mostra a análise de resultados dentro da sala de aula, os limites e os alcances das analogias utilizadas didaticamente e as perspectivas que esse estudo pode apresentar para a melhoria da qualidade do ensino de ciências.

Palavras-chave: analogias, modelos, modelos de ensino, ensino de ciências.

Abstract

The central focus of this work is to show the possibility of elaboration of new analogies, from a teaching model. It uses the Methodology of Teaching with Analogies, to verify the potentiality of the model that we call **coffee with milk**, for the understanding of the concept of *sanguine incompatibility*. It emphasizes the importance attributed to the contribution in the creation of the students' own analogies. Verifies the possibility of an evaluation of the comprehension of the students' concept to propose a reflection about their own learning. It shows some aspects of learning theories and its relations with analogies and models. Also, presents the carried research and its results. The final discussion inside shows the analysis of results from the classroom, the limits and the reach of the used analogies didactically and the perspectives that this study can present for the improvement of the quality of science education.

Keywords: analogies, models, teaching models, science education.

I. INTRODUÇÃO

O presente estudo discute estratégias, centradas em modelos de ensino, para expressar conteúdos científicos, propondo uma efetiva aplicação do uso sistemático de analogias nesses modelos. Para tanto, utilizou a Metodologia de Ensino com Analogias – MECA (Nagem, Carvalhaes e Dias, 2001), para verificar a potencialidade do modelo que chamamos de **café com leite**, para a compreensão do conceito de incompatibilidade sangüínea.

Parte do pressuposto que o recurso do raciocínio analógico auxilia na compreensão de conceitos científicos, na medida em que aproxima dois assuntos de naturezas distintas. Um domínio desconhecido chamado de ‘alvo’, é tornado compreensível por semelhança com um domínio conhecido, denominado ‘veículo’. Na identificação de novas analogias, elaboradas pelos alunos, para o mesmo modelo de ensino, verificamos a possibilidade de avaliação da compreensão do conceito a ser entendido, tanto pelo professor, como pelo aluno, proporcionando uma reflexão sobre a sua própria aprendizagem.

Passamos, agora, a tratar do aspecto central deste trabalho, isto é, a importância atribuída pelos autores à contribuição dos alunos na criação de analogias próprias, que, efetivamente, possibilitou uma aprendizagem mais significativa. Adicionalmente, verificamos que, neste caso, as contribuições analógicas, concebidas pelos alunos, refletiam e expressavam o grau de compreensão do conceito, *incompatibilidade sangüínea*, apresentado originalmente em sala de aula.

Com relação à elaboração de novas analogias para o modelo proposto, verificamos que algumas delas, concebidas pelos alunos, poderiam ser utilizadas para substituí-lo. Outras, porém, não apontam nenhum indício de que as relações entre o desconhecido e o conhecido poderiam ser estabelecidas.

Sabedores dos alcances e dos limites atribuídos aos modelos de ensino como instrumentos úteis para a aprendizagem, consideramos oportuno refletir mais sobre o papel desempenhado por eles na visão de alunos e de professores. Para tanto, utilizamos métodos predominantemente qualitativos, e, sempre que oportuno tratamento quantitativo dos resultados.

Propomos, portanto, neste trabalho, viabilizar o estabelecimento, pelo professor, de conexões entre analogias e modelos de ensino na construção da aprendizagem interativa. A escolha deste modelo de ensino seria aleatória, não fossem dois fatores decisivos. O primeiro foi determinado pelo fato de o modelo de Nagem & Carvalhaes (2002), que pode ser encontrado em artigo apresentado no X IOSTE Symposium, permitindo o acesso fácil à proposta original do modelo. O segundo, por não ser, ainda, um modelo muito utilizado por professores e autores de livros didáticos, permitiu ser manipulado, em sala de aula, sem que o conhecimento do mesmo interferisse na coleta de dados, garantindo os objetivos iniciais.

Buscamos, ainda, considerar questões tais como: em que medida as analogias contribuem para o conhecimento esperado? Que analogias poderiam ser frutíferas nesse caminho? Como poderiam ser usadas em sala de aula de modo efetivo? Para isso, elaboramos um instrumento de coleta de dados baseado na MECA, para o estudo sistemático das analogias contidas no modelo de ensino que trata o conceito de *incompatibilidade sangüínea*. Este estudo encontra-se fundamentado nas Teorias de Aprendizagem de Bruner, Piaget, Vigotsky e Ausubel, lembrados a seguir.

II. ASPECTOS DE TEORIAS DE APRENDIZAGEM E SUAS RELAÇÕES COM ANALOGIAS E MODELOS

Bruner (1962), em sua Teoria Construtivista, afirma que o aprendizado é um processo ativo, no qual o aprendiz constrói novas idéias ou conceitos, baseado em seus conhecimentos prévios. O aluno filtra e transforma a nova informação, infere hipóteses e toma decisões, utilizando uma estrutura cognitiva. Essa estrutura cognitiva – esquemas e modelos mentais – fornece significado e organização para as novas experiências, permitindo ao aprendiz enriquecer seu conhecimento além do conceito estudado, via relacionamento das novas informações com seus conhecimentos prévios.

O papel do professor, nesse contexto, é o de incentivador dos alunos a fim de descobrirem, por si mesmos, os princípios do conteúdo a ser aprendido. O professor e o aluno devem manter um diálogo ativo, por meio do qual o professor transforma a nova informação em um formato adequado à compreensão do aluno. O professor não é apenas um transmissor de informação (BRUNER, 1962).

De forma semelhante, Moreira & Masini (2001) mostram que Ausubel tinha uma constante preocupação com a aprendizagem que ocorre na sala de aula e que um dos fatores importantes de aprendizagem é o que o aluno já sabe. Para que ocorra a aprendizagem, conceitos relevantes e inclusivos devem estar claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como ponto de ancoragem.

Assim, o conhecimento novo é relacionado com as idéias relevantes da estrutura cognitiva, existente em uma base prévia substantiva. As estruturas cognitivas representam o resíduo de todas as experiências de aprendizado. O armazenamento de informações no cérebro é altamente organizado, formando uma hierarquia, na qual elementos cognitivos mais específicos são ligados a conceitos mais gerais.

Ainda, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos classificadores que facilitem a aprendizagem subsequente. Organizadores prévios, segundo ele, são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. Sua principal função é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser apreendido de forma significativa. Facilitam a aprendizagem na medida em que funcionam como pontes cognitivas.

Além disso, Moreira & Masini (2001) acrescentam que, segundo Ausubel,

a essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas idéias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo. Os materiais de instrução devem tentar integrar o material novo com a informação anteriormente apresentada por meio de comparações e referências cruzadas de idéias novas e antigas.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, só é possível aprender a partir da ancoragem realizada entre o novo e o desconhecido e, quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder.

Desse modo, conseguimos perceber que a teoria de Ausubel corrobora a relação de comparação das analogias e modelos entre o veículo (conhecido) com o alvo (desconhecido).

Já, para Piaget (1975), o processo de aprendizagem é, invariavelmente, um processo de construções compensatórias e que pode ocorrer quando os conhecimentos prévios de um indivíduo não são suficientes para a resolução de determinados problemas, gerando o que ele denomina perturbação conflitiva. Serviriam, portanto, as analogias e os modelos para implementar novas idéias e torná-las aptas para a resolução de problemas?

Acreditamos que o processo analógico tanto pode gerar situações confortáveis ao confrontar situações análogas, ou seja, conhecidas, como também pode gerar situações defeituosas e desconfortáveis, por não conseguir estabelecer relações entre o desconhecido e o conhecido. Esse conflito poderá ser o grande responsável pelo processo de *desequilíbrio* que, de acordo com Piaget (1975), é responsável pela motivação que leva o sujeito a buscar acomodação para as novas informações e, conseqüentemente, a construir um novo conhecimento.

Dessa forma, as analogias, metáforas e modelos podem possibilitar, ao aluno, uma reelaboração, adição ou, até mesmo, a formação de novos conhecimentos sobre aqueles que ele já assimilou.

Atualmente, a valorização das analogias e dos modelos tem contribuído para uma nova visão do ensino de ciências. Em contraste com as teorias lógico-positivistas, alguns filósofos como Popper, Kuhn, Lakatos, Habermas, Feyerabend, Prigogine e Stengers, atribuem, direta ou indiretamente, um importante valor à metáfora e à analogia, na criação e no desenvolvimento das teorias, mostrando como a abordagem simplesmente positivista não pode ser mantida porque não leva em consideração os efeitos culturais e pessoais, e, os provenientes do meio para a construção do significado dos elementos em ciência (OLIVEIRA, 2000).

A metáfora e a analogia passaram, assim, a não ser subversivas quanto à intenção rigorosa da ciência e foram reconhecidas como instrumento indispensável do pensamento, uma construção hipotética que reclassifica e engloba as coisas numa perspectiva alternativa (ORTONY, 1975; BLACK, 1962).

III. ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De acordo com Glynn et al. (1998), os professores, em sua maioria, usam as analogias de modo inconsciente ou automático, ou seja, não as utilizam de uma forma sistematizada, planejada, o que pode vir a gerar dúvidas e o aparecimento de concepções alternativas nos alunos. A diferença entre o alvo e o veículo pode se tornar confusa para o entendimento dos estudantes.

Para tal, Glynn e Takahashi (1998), propuseram uma sistematização de uso de analogias no ensino de ciências. Por meio de análise de livros didáticos e de aulas de professores de ciências, classificados como exemplares, estabeleceram seis passos que poderiam auxiliar na utilização e construção de analogias no ensino e também para que se tornem significativas para os estudantes. Denominaram o modelo *Teaching with Analogies - TWA*.

Por atribuirmos importância ao uso sistematizado de analogias, no ensino de conceitos científicos, sugerimos, neste trabalho, estratégias metodológicas

mais elaboradas para conduzir o processo de ensino e de aprendizagem em ciências.

Acreditamos ser importante, para a educação em ciências, a permanente interação de professores com os alunos. Conhecedores das dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem de novos conceitos, o professor poderá elaborar, em colaboração com eles, suas próprias analogias, mais adequadas aos seus objetivos imediatos.

V. METODOLOGIA DE ENSINO COM ANALOGIAS – MECA

A utilização da metodologia tem em vista a sistematização, no uso de analogias como recursos de ensino-aprendizagem, a determinação e o estabelecimento dos passos dados abaixo e que podem ser seguidos pelo professor. A seqüência apresentada é: (1) *Área do Conhecimento*; (2) *Assunto*; (3) *Público*; (4) *Veículo*; (5) *Alvo*; (6) *Descrição da Analogia*; (7) *Semelhanças e Diferenças*; (8) *Reflexões*; (9) *Avaliação*.

Nesta metodologia, a *Área de Conhecimento* (1) diz respeito à definição da área específica a ser trabalhada com os alunos. O *Assunto* (2) refere-se ao conteúdo a ser abordado dentro da área de conhecimento, como, por exemplo, aqui o conceito de *incompatibilidade sanguínea* estudado na biologia.

O item *Público* (3) visa definir a pessoa a quem se deseja atingir com a analogia, detalhando seu perfil. Essa etapa torna clara a preocupação quanto à adequação do veículo a fatores como idade, conhecimento e experiência prévia do aprendente, assim como quanto a sua relação com o conhecimento consensual e o contexto histórico em questão.

O item *Veículo* (4) refere-se ao conceito que é conhecido do aluno. Ele é a própria analogia, que pode proporcionar a compreensão do conceito a ser apreendido.

O *Alvo* (5), diferentemente do veículo, é o conceito que é desconhecido. É o próprio conceito que queremos que o aluno compreenda. Se o estabelecimento de relações entre os componentes do modelo de ensino não for bem explicitado e discutido com os alunos, estes poderão não conseguir perceber as diferenças e as semelhanças entre a analogia e o conceito a ser compreendido.

Na etapa da *Descrição da Analogia* (6), primeiramente, apresentamos e explicamos o veículo e, somente depois passamos a tratar do alvo. Tal procedimento procura disponibilizar a analogia para o aprendente em qualquer fase de seu estudo, funcionando, também, como elemento motivador.

Ao se tratar das *Semelhanças e Diferenças* (7), tentamos explicitar, de maneira objetiva, aquelas relevantes para a compreensão do alvo. Na exploração da analogia, chama-se a atenção para a necessidade de reforçar as semelhanças, que devem ser em número maior que o número de diferenças. Sugere-se que não se dê muita ênfase às diferenças entre o veículo e o alvo. Tal procedimento busca não fugir ao objetivo da analogia, qual seja, o de evidenciar as semelhanças, alertando para o fato de que é mais difícil acessá-las do que as diferenças, e também para o fato de que, se reforçarmos muito as diferenças, a analogia perde seu sentido.

Nesta atividade interativa, considera-se necessária uma orientação do professor no sentido de que o foco central seja constituído das semelhanças relevantes entre o veículo e o alvo, de modo que as possíveis semelhanças irrelevantes levantadas sejam devidamente analisadas e desconsideradas. Cabe ressaltar que as diferenças relevantes também devem ser explicitadas, para que

não ocorram transferências de características indesejáveis do veículo para o alvo em questão.

No tópico referente às *Reflexões* (8), cabe analisar, juntamente com os alunos, a validade da analogia, suas limitações, verificando onde ela pode vir a falhar, assim como sua adequação ao conteúdo proposto. Nesse momento, torna-se clara a proposta da metodologia, que é a de propiciar não apenas o entendimento do conteúdo, mas também a atitude crítica e reflexiva sobre a compreensão de conceitos científicos.

A MECA sugere aos professores e educadores uma estratégia que propicia a avaliação qualitativa da assimilação, baseada no grau de compreensão atingido. É disso que trata o último item, *Avaliação* (9) e o foco principal deste trabalho. Nessa etapa, é imprescindível que o aluno seja instigado no sentido de elaborar sua própria analogia, propor um veículo mais familiar às suas experiências e levantar as similaridades e diferenças, explicitando, dessa forma, sua compreensão acerca do objeto de estudo.

Nesse momento, há que se considerar as diferenças de aprendizagem próprias de cada estudante. Assim, é possível que surjam dificuldades, uma vez que, como veremos neste estudo, alguns serão capazes de apresentar analogias instantaneamente, ao passo que outros necessitarão de um tempo maior para completar esse processo. É preciso dar tempo para que o estudante internalize, reflita e busque soluções para as questões propostas.




É importante considerar que a proposta de avaliação da MECA destina-se a verificar o grau de compreensão e entendimento do aluno. A afinidade da analogia elaborada pelo aluno com a que foi apresentada pelo professor indica se houve, ou não, por parte do aluno, um entendimento e uma compreensão do conceito transmitido. Contudo, conseqüentemente, a MECA, traz em seu bojo o embrião de um novo método de verificação de aprendizagem a ser desenvolvido.

VI. A PESQUISA

Este estudo constou de aula demonstrativa do modelo de ensino **café com leite**, para dois grupos de alunos: (1) alunos da disciplina Analogias e Metáforas na Educação, na Ciência e na Tecnologia, do Mestrado em Tecnologia, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG; (2) alunos do 3º ano do ensino médio da rede particular de ensino de Belo Horizonte – Minas Gerais. Propositadamente, não houve interação da professora com as turmas, mesmo sendo de seu domínio acadêmico o conteúdo de biologia.

A aula demonstrativa, com o modelo de ensino **café com leite**, teve o seguinte procedimento:

- (a) Utilizou quatro copos transparentes, contendo cada um, água, café, leite, e café com leite, respectivamente, como mostrados abaixo;

- | | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 1. Copo com água
(veículo)
Sangue tipo O
(alvo) | 2. Copo com café
(veículo)
Sangue tipo A
(alvo) | 3. Copo com leite
(veículo)
Sangue tipo B
(alvo) | 4. Copo com café e
leite
(veículo)
Sangue tipo AB
(alvo) |

- (b) Adição de água aos copos 1, 2, 3 e 4, verificando, em seguida, as mudanças de cores. A cada nova etapa, os líquidos dos copos são renovados e voltam a fase inicial, sempre como na figura acima.
- (c) Adição de café aos copos 1, 2, 3, e 4, verificando, em seguida, as mudanças de cores.
- (d) Adição de leite aos copos 1, 2, 3, e 4, verificando, em seguida, as mudanças de cores.
- (e) Adição de café com leite aos copos 1, 2, 3, e 4, verificando, em seguida, as mudanças de cores.

A analogia expressa no modelo, compara os líquidos água, café, leite e café com leite com os tipos sanguíneos O, A, B, e AB, respectivamente.

Relaciona as mudanças de cores ocorridas nos copos, com as mudanças que podem ocorrer no sangue humano, caso haja a necessidade de doação ou transfusão sanguínea.

O modelo, realmente, clareia e facilita a compreensão do conceito e das razões de se ter tanto cuidado com as combinações de sangue e a crescente preocupação dos órgãos públicos de saúde quanto à essa questão. Os alunos vão, passo a passo, percebendo que se houver mudança na cor do líquido dos copos, haverá a *incompatibilidade sanguínea*, que é o conceito alvo, objeto desse nosso estudo.

Depois de realizadas todas as combinações com os líquidos dos copos, os alunos responderam questões referentes a essas combinações tais como: Ao colocar um pouco de água no copo com café, alterará a cor do café? e assim por diante, até vencermos todas as etapas das misturas.

A escolha das questões, propostas aos participantes, foi condicionada aos passos da MECA. Dentre as variadas questões do instrumento de coleta de dados, a questão analisada foi a que estamos aqui discutindo, **“Tente, agora, elaborar uma nova analogia para explicar a *incompatibilidade sanguínea*”**, que pede a elaboração de uma nova analogia, para o mesmo modelo de ensino proposto, o **café com leite**.

De acordo com a MECA, estabelecer uma nova analogia é uma estratégia que propicia a avaliação qualitativa da assimilação, baseada no grau de compreensão atingido.

VII. RESULTADOS

Dos 13 participantes, da turma de alunos da disciplina do mestrado, seis estabeleceram uma nova analogia, e sete não conseguiram estabelecer uma nova analogia, no tempo proposto. As analogias resultantes, para os diferentes tipos sanguíneos, foram as seguintes:

(1) quatro formas geométricas diferentes; (2) misturas de água com quatro temperaturas diferentes; (3) as quatro regras de sinais da multiplicação; (4) quatro combinações de cores diferentes (3 alunos).

Nesse caso, 46% dos alunos, da turma de mestrado, conseguiram registrar outro análogo para substituir o modelo de ensino **café com leite**. Levamos em conta que, para esse objetivo, não ocorreu a interação do professor com os alunos e, que os mesmos, dispuseram de pouco tempo para refletir sobre a elaboração de uma nova analogia.

Já, com relação ao entendimento e à elaboração da analogia, podemos constatar que não há uma dependência intrínseca entre eles. A criação de uma nova analogia, ou não, pode não estar vinculada ao entendimento da analogia

proposta pelo professor. Observamos esse fato em relatos de alguns alunos da turma de mestrado:

(Aluno 01, Pedagoga)- [...] A analogia apresentada causou um envolvimento muito grande, porém de certa forma fiquei aprisionada nesta analogia não conseguindo criar outra. [...] Será que o professor ao utilizar uma analogia exposta por ele prejudica a criatividade do aluno? [...] Pude vivenciar como as analogias ajudam na construção de conceitos ao refletir sobre o meu próprio processo de aprendizagem. [...] Observei como os colegas tiveram interesse real pela analogia, o que aponta um importante recurso didático no cotidiano do professor.

(Aluno 02, Professor de Biologia)- [...] E no início pensei que se tratava de um experimento de química. Quando foi feita a analogia como uma possibilidade para os grupos sanguíneos, achei perfeita e bastante didática. Usar um modelo, sem ter de falar no genótipo, nas aglutininas e nos aglutinogênios para crianças de 07 a 14 anos é abstrato.

(Aluno 03, Professora de Biologia)- [...] Porém ao acrescentarmos café ou leite no café com leite, ocorre uma mudança na tonalidade da mistura podendo levar o aluno a não entender o aspecto ‘receptor universal’.

(Aluno 04, Professora de Informática)- [...] Para os que como eu não conhecia as propriedades dos grupos sanguíneos, sua associação com elementos do dia-a-dia não deixou dúvidas: permitiu a visualização, a criação de um modelo mental ou forma de ver o mundo através de que misturas eram feitas e que levaram à compreensão das características dos doadores ou receptores de sangue.

É interessante ressaltar o trecho do relato do aluno 01, quando afirma que...*fiquei aprisionado nesta analogia...*, mesmo considerando válido o uso da analogia, não foi capaz de criar outra. Tal fato pode ser explicado em Duit (1991), quando considera que as analogias podem promover mudanças conceituais, abrir novas perspectivas, esclarecer o abstrato e motivar, mas, também, pode não surtir o efeito esperado e se constituir em uma faca de dois gumes, quando do seu uso no ensino.

A questão levantada pelo aluno 01 *...a analogia exposta pelo professor, pode prejudicar a criatividade do aluno?*... nos leva a considerar que o ambiente deve favorecer o processo de criatividade. Seriam fatores do ambiente, de tempo, de contexto, de procedimentos que contribuíram para a não criação de outra analogia? O aluno pode ter tido dificuldade em buscar na memória, no tempo proposto, outra analogia? Será que, no dia seguinte à atividade, ele traria a resposta? Essas são questões a se investigar em trabalhos futuros.

Na verdade, sabemos, que a pressão do professor com relação ao tempo disponível, o não estabelecimento de relações entre o alvo e o veículo, a não interação do professor com os alunos, dentre outros fatores, podem influenciar na elaboração de uma nova analogia.

Quanto ao estabelecimento de uma nova analogia, pelos alunos do ensino médio, dos 42 respondentes, nove elaboraram uma nova analogia e 33 não conseguiram elaborá-las, no tempo proposto.

Embora, a análise da validade das analogias criadas pelos alunos não tenha sido o foco deste trabalho, consideramos oportuno dizer que, a falta de costume de receber e de resolver desafios, ao longo de sua formação, faz com que eles não sejam capazes de refletir sobre a criação de uma analogia compatível com o conceito alvo. Porém, achamos pertinente, fazer aqui uma apresentação das mesmas, mesmo sem avaliá-las no momento. São elas: (1) quatro diferentes tipos de classes sociais; (2) clipes de formas variadas juntando-se com ímãs que possuem formas que combinam com os clipes; (3) misturas de quatro cores diferentes (2 alunos); (4) arroz, feijão e feijão com arroz; (5) água, água com sal, água com açúcar e água com sal e com açúcar; (6) misturas de água com quatro temperaturas diferentes; (7) água, óleo, água e óleo e substância miscível em água e em óleo; (8) quatro diferentes figuras geométricas.

Percebemos, ainda, com os resultados da pesquisa como um todo, que a criação de uma nova analogia pode acontecer adequadamente, inadequadamente, como pode também não acontecer. Estamos considerando que quanto mais distante a nova analogia tende a ser do modelo proposto, mais adequada ela poderá ser para a compreensão do conceito a ser estudado, uma vez que mostraria tanto a adequação da compreensão do conceito apresentado, como a independência em relação à proposta do professor, ou seja, a ausência de cópia do modelo original.

Foi solicitado um parecer dos alunos sobre a aula demonstrativa. Pensamos ser esse mais um indicador de avaliação da aprendizagem. Seguem-se trechos de alguns relatos:

(Aluno 1)-Reformular as pergunta, pois estão muito confusas.

(Aluno 2)-Não tenho criatividade para criar tal analogia.

(Aluno 5)-Há falhas nessa analogia, porque o leite e o café não deveriam alterar o café com leite; como essa alteração é pouca, pode ser desconsiderada essa pequena mudança na tonalidade, validando assim, o resultado.

(Aluno 7)-Entendi a analogia, mas não consigo criar outra.

(Aluno 8)-Não entendi nem essa, como vou fazer outra?

Apesar de apenas 21,5% dos alunos conseguirem elaborar uma nova analogia, as estabelecidas por eles, foram, em sua maioria, de natureza diferente daquela do modelo proposto. Acreditamos que esses alunos possam ter compreendido o conceito, já que não ficaram presos aos componentes do modelo de ensino **café com leite**. Esse fato vem ao encontro da pertinência de se utilizar outros modelos em substituição ao que foi empregado neste estudo. Restaria verificar, se as relações estabelecidas entre os componentes dos modelos criados pelos alunos, são realmente adequadas para a compreensão do conceito-alvo.

VIII. NOVAS ANALOGIAS

O modelo proposto, **café com leite**, apresenta duas características básicas: ser líquido e ter cor. Essas, também são características dos tipos sanguíneos. A diferença relevante entre a analogia e o sangue, é que, no sangue, não conseguimos detectar as mudanças de cores, já que ele possui apenas uma cor, e sim perceber reações adversas, que podem levar o ser humano à morte. Já, as mudanças de cores observadas ou não, podem descaracterizar os aspectos iniciais das misturas do modelo.

Daí, a importância em se trabalhar a analogia, interagindo com o aluno, para que essas diferenças fundamentais, entre o veículo (analogia) e o alvo (conceito) sejam levantadas, para uma otimização da proposta metodológica trabalhada nesta pesquisa.

Agrupando as analogias apresentadas nesta parte da pesquisa, encontramos 15 novos modelos, ou seja, 21,3% do total de alunos pesquisados.

Este dado nos remete ao relato de um dos participantes da pesquisa, quando afirmava que ‘ficou aprisionado nessa analogia e não conseguiu criar outra’. Será que, ao utilizar uma analogia exposta pelo professor, o aluno é prejudicado em sua criatividade? Pois o outro participante, da mesma pesquisa afirmava que ‘entendeu a analogia, mas não conseguiu criar outra’.

É interessante ressaltar que todos os participantes, de acordo com o desenvolvimento cognitivo proposto por Piaget (1981), encontravam-se no estágio final de operações formais, portanto, aptos a desenvolverem um raciocínio analógico. No entanto, 72% dos participantes, tenderam a repetir o modelo apresentado, com as mesmas características básicas, ser líquido e ter cor, ao invés de criar um novo modelo, distante do proposto.

Embora não tenha sido nossa intenção intermediar o processo criativo, como acreditamos ser o papel do professor que se propõe a trabalhar com a metodologia, houve um esforço de alguns dos participantes em extrapolar o modelo proposto utilizando-se de outras características. Não seria essa uma oportunidade para o professor consolidar o seu papel como agente da criação e da inovação por meio da interação com os alunos? A imitação do modelo proposto, refletida nos modelos dos participantes, pela utilização de mesmas características básicas, pode garantir uma aprendizagem significativa? A possibilidade de criação de um novo modelo, capaz de corresponder ao modelo proposto, sem utilizar as características básicas dele poderia indicar uma aprendizagem mais significativa? Ou, poderia apontar para uma capacidade mais real de criação e inovação?

Não estamos descartando o papel importante da repetição nos processos de ensino e de aprendizagem, apenas garantindo outros papéis para o uso sistemático das analogias.

IX. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Ao trabalharmos especificamente com o modelo **café com leite**, utilizado para favorecer a compreensão do conceito de *incompatibilidade sanguínea*, buscamos verificar se, com a proposta da MECA, particularmente no que se refere ao item (9) *Avaliação*, os alunos seriam capazes de compreender o conceito científico apresentado.

De fato, a análise dos dados, relativos a esse item, *Avaliação*, revelou-se adequada aos propósitos iniciais, isto é, respondendo à questão de se incluir o

aluno no processo de adequação de uma nova analogia, ao mesmo tempo possibilitando mais um meio de reflexão discente sobre a sua própria aprendizagem.

Pensamos ser muito importante para pesquisas na área da educação em ciências o fato que demonstra que a maioria dos alunos pesquisada não se distanciou muito do modelo de ensino proposto, evidenciando que eles só buscaram na memória componentes muito próximos do que havia sido mostrado pelo professor. Não devem ter feito uma busca mais detalhada na memória, pois, a maioria deles imitou muito as características, ter cor e ser líquido, apresentadas no modelo de ensino.

Talvez, se tivéssemos proporcionado a eles um tempo maior, a interação entre professor e aluno nesse tópico da atividade e um ambiente mais favorável, poderíamos ter obtido analogias mais elaboradas e mais distantes do modelo de ensino **café com leite**.

Sugerimos, então, que a avaliação da compreensão do conceito-alvo, por meio da criação de uma nova analogia, deve, portanto, ser acompanhada pelo professor, no sentido de que ele vá estabelecendo, com os alunos, as relações entre os componentes do modelo e os componentes do conceito.

O processo de avaliação proposto pela MECA mostrou-se um recurso eficaz para o desenvolvimento do processo criativo, algo tão almejado em educação.

Se não estivermos equivocados, ao estabelecermos tais relações, ou seja, o caminho que trilhamos, de utilização sistematizada de analogias, para a compreensão de conceitos científicos, parece ser apropriado. No entanto, sabemos da necessidade de ampliarmos a investigação sobre vários aspectos aqui levantados, tanto que alguns estudos já se encontram em andamento, por estarmos cientes da importância da pesquisa para a melhoria da qualidade do ensino, particularmente para o ensino de ciências.

X. REFERÊNCIAS

BLACK, M. **Models and Metaphors: studies in language and philosophy**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1962.

BRUNER, J. **On Knowing: essays for the left hand**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1962.

GLYNN, S., 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: 25 jul. 2004.

GLYNN, S.; TAKAHASHI, T. Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 35, n. 10, 1998.

MOREIRA & MASINI (2001), **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro.

NAGEM, R. L. CARVALHAES, D. O.; DIAS, J. A. Y. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 2, n. 14, 2001.

NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O. *Approaches using analogies in interactionist environments in education*. In: X Ioste SYMPOSIUM - Internacional Organization for Science and Technology Education. 2002. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: X Ioste, 2002.

OLIVEIRA, M. T. Considerações sobre a metáfora, a analogia e a aprendizagem em ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 9, n. 2, 2000.

ORTONY, A. Why metaphors are necessary and not just nice. *Education Theory*, n. 25, 1975.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote. 1975.

PIAGET, J. **Psicologia**. Lisboa: Livraria Bertrand. 1981