

**AS ANALOGIAS NO ENSINO DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS,
PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**
(Analogies in the teaching of conceptual, procedural, and attitudinal subjects in physics
classes at high school)

Leandro Londero da Silva [llondero@unicamp.br]

Universidade Estadual de Campinas

Cidade Universitária Zeferino Vaz, Distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP, Brasil

Eduardo A. Terrazzan [eduterrabr@yahoo.com.br]

Universidade Federal de Santa Maria

Campus Universitário, Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

Resumo

Relata-se a análise da implementação de atividades didáticas com uso de analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do Ensino Médio. Especificamente, considerou-se a preocupação em avaliar a influência do recurso analógico na aprendizagem de circuitos elétricos. Os resultados obtidos mostram que a eficácia das analogias na aprendizagem esteve fortemente condicionada as habilidades dos alunos nos procedimentos de estabelecer relações, identificar diferenças, sintetizar idéias, entre outros. As atividades didáticas implementadas mostraram-se como um dos possíveis caminhos à formação de conceitos, procedimentos e atitudes, valorizando diferentes aprendizagens, conseqüentemente, transcendendo a concepção de aprendizagem que se revela somente mediante habilidades lógico-matemáticas. Percebemos que os alunos construíram um entendimento dos conceitos estudados e habilitaram-se para realização de procedimentos possíveis de serem ensinados com o uso de analogias. Representam, comparam, identificam, argumentam e registram, articulando o conceitual ao procedimental e ao atitudinal.

Palavras-chave: analogias; ensino de física; conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Abstract

It is reported the analysis of didactic activities implementation with the use of analogies in the teaching of conceptual, procedural and attitudinal subjects in physics classes at high school. Specifically, it was considered the concern about evaluating the influence of the analogical resource on the learning of electrical circuits. The results obtained show that the efficiency of analogies on learning was conditioned to students' skills to establish relations, identify differences, summarize ideas, among others. The didactic activities implemented pointed out themselves as one of the possible ways for concepts, procedures and attitudes formation, attributing value to different learning, consequently, surpassing the learning conception that is revealed only through logic-mathematics skills. We noticed that students built an understanding of the concepts studied and were able for carrying out procedures possible to be taught by the use of analogies. They represent, compare, identify, discuss and take notes, articulating the conceptual to the procedural and to the attitudinal.

Keywords: analogies; physics teaching; conceptual, procedural and attitudinal subjects.

Considerações iniciais

Neste estudo damos continuidade a uma série de investigações (Silva e Terrazzan, 2008; Silva e Terrazzan, 2009, Silva, Pimentel e Terrazzan, 2011) nas quais pesquisamos a influência do uso de analogias no ensino de conteúdos conceituais de física. Especificamente, nesse artigo

ampliamos a funcionalidade das analogias para além do ensino de conteúdos conceituais, abarcando também os procedimentais e atitudinais.

Uma analogia pode ser definida como uma comparação entre dois conceitos que mantêm certa semelhança. Os elementos que constituem uma analogia são: o análogo (representa o conhecimento já familiar, é aquele onde há diferenças bem nítidas), o alvo (representa o conhecimento desconhecido) e as relações analógicas (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença, permitindo a compreensão/entendimento do alvo).

Sabemos que a História da Ciência está repleta de situações onde o pensamento analógico faz-se presente no entendimento de fenômenos não observáveis diretamente mediante o uso dos sentidos humanos. As contribuições das analogias na explicação de teorias científicas envolvem distintas formas de construção e de uso delas. De modo geral, filósofos da ciência e historiadores registraram muitas situações onde o pensamento analógico faz-se presente.

Por outro lado, no âmbito específico da Didática das Ciências, há algum tempo já se manifesta a preocupação em avaliar a influência do uso das analogias na aprendizagem dos alunos. São diversas as investigações que têm tratado de avaliar a efetividade desse tipo de recurso para o Ensino de Ciências. No ensino, as analogias possibilitam a formação de conceitos, ou seja, seu uso favorece a compreensão/entendimento de conteúdos que na maioria dos casos são considerados como difíceis para os estudantes.

Como editor responsável por uma edição temática (v.30, nº30) do Journal of Research in Science Teaching, Lawson escreveu uma introdução onde perguntava “Como um professor pode ajudar os alunos a adquirir entendimento de conceitos teóricos?” Para essa pergunta ele ofereceu a seguinte resposta:

Pelo menos parte da resposta, eu penso, é pelo uso de analogias. Estudantes não podem experimentar a natureza de átomos diretamente. Mas eles podem e experimentam bolas de vários tamanhos (LAWSON, 1993).

Segundo esse autor existem pelo menos dois tipos de conceitos científicos. Para ele, variação fenotípica ou as noções de sólido, líquido e gás são conceitos descritivos porque deles podemos encontrar exemplares perceptíveis no ambiente. Assim, quando os estudantes precisam de exemplos para construir suas compreensões/noções, o professor pode mostrar vários. Por outro lado, exemplares perceptíveis para conceitos como átomo, gene, quark e graviton não são encontráveis no ambiente cotidiano. Ou seja, o significado de tais conceitos não pode ser derivado de nossas percepções de objetos, eventos ou situações. Ao invés disso, os significados deles/delas originam-se das imaginações de cientistas e, portanto, Lawson os chamou de conceitos teóricos.

Nosso foco de estudo centra-se na função explicativa das analogias para o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física, ou seja, quando elas cumprem a função de assimilar novos conteúdos científicos em termos de coisas conhecidas, evitando que estes novos conteúdos resultem estranhos aos alunos. Neste sentido, é fundamental explicitarmos, com base na literatura disponível, nosso entendimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

As analogias como possibilidade para o ensino de Conteúdos Conceituais, procedimentais e atitudinais

O termo “conteúdos”, de acordo com Zabala (1998), refere-se aquilo que se deve aprender (conceitos, princípios, enunciados, teoremas). No entanto, este autor afirma que devemos nos desprender do termo “conteúdos” e entendê-lo como tudo quanto se tem que aprender para alcançar

determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades.

Desta forma, os conteúdos não estão restritos às contribuições das disciplinas tradicionais. Sendo assim, também podemos considerar como conteúdos todos os que possibilitem o desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, de relações interpessoais e de inserção social.

Zabala (1998) cita a proposta de Coll (1986) em agrupar os conteúdos segundo uma tipologia de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, afirmando que os conceitos e os princípios, ambos presentes dentro da tipologia de conteúdos conceituais, são termos abstratos. Para Zabala (1998) os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação. São exemplos de conceitos: mamífero, densidade, impressionismo, potência, etc. Como exemplo de princípios podemos citar: as leis ou regras como a de Arquimedes, as normas ou regras de uma corrente arquitetônica ou as conexões que se estabelecem entre diferentes axiomas matemáticos, etc.

De um ponto de vista educacional, Zabala (1998) afirma que estes dois tipos de conteúdos nos permitem tratá-los conjuntamente, já que ambos têm como denominador comum a necessidade de compreensão, que vai muito além da reprodução de enunciados mais ou menos literais. Ainda, para este autor uma característica dos conteúdos conceituais é que a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada.

Pozo (2000) referindo-se aos conteúdos conceituais afirma que estes podem ser classificados em dois tipos: os fatos/dados e os conceitos. Um dado/fato é definido como uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo, como por exemplo: a temperatura de ebulição da água a pressão de 1atm é de 100°C; a distância de 1 km equivale a 1000 m. Consideramos que um aluno aprendeu um fato ou um dado quando é capaz de reproduzi-lo. Em geral, a reprodução se faz de forma literal, sendo assim, sua compreensão não é necessária.

Os conceitos, por sua vez, podem ser subdivididos em: conceitos específicos e conceitos estruturantes ou princípios. Os conceitos específicos são aqueles normalmente encontrados nas listas habituais de conteúdos conceituais; por exemplo, o conceito de densidade, energia, combustão, dilatação, entre outros. Já os conceitos estruturantes ou princípios são mais gerais.

Os conteúdos procedimentais, por sua vez são regras, técnicas, métodos, destrezas ou habilidades, estratégias, procedimentos. Podemos dizer que os procedimentos formam um conjunto de ações ordenadas e com um objetivo comum, ou seja, ações dirigidas para se atingir uma meta. Pode-se expressar/indicar conteúdos procedimentais mediante algumas ações como ler, desenhar, observar, calcular, classificar, relacionar, sintetizar, inferir, etc. Para Zabala (1998) estes conteúdos se situam dentro de três eixos:

- 1) **Motor/Cognitivo:** ações realizadas que implicam componentes motores ou cognitivos. Exemplos: saltar e recortar estariam mais próximos do aspecto motor, já as ações inferir, hipotetizar, relacionar estariam mais próximas do cognitivo.
- 2) **Número de ações:** determinado pelo número de ações que se realizam. Alguns procedimentos são compostos por poucas ações e outros por múltiplas ações. Saltar e correr são exemplos de poucas ações. Desenhar e observar necessitam um número maior de ações.
- 3) **Grau de determinação da ordem das seqüências:** de um lado teríamos os conteúdos cuja ordem das ações é sempre a mesma. Do outro lado estariam os conteúdos cujas ações a serem desenvolvidas e a maneira de organizá-las dependem em cada caso das

características da situação em que se deve aplicá-los, como as estratégias de leitura ou qualquer estratégia de aprendizagem.

A terceira tipologia de conteúdos é a dos Atitudinais. Neles estariam as normas de conduta, posturas/posições frente a determinadas situações, valores. Nesta tipologia, Zabala (1998) diferencia os conteúdos atitudinais em três linhas, são elas:

- 1) **Valores:** são princípios ou idéias éticas que permitem às pessoas emitir um juízo sobre as condutas e seu sentido. Exemplos: solidariedade, respeito aos outros e às diferenças, responsabilidade, liberdade, etc.
- 2) **Atitudes:** tendências ou predições das pessoas para atuar de certa maneira. São as formas de conduta de acordo com valores determinados. Exemplos: cooperar com o grupo, ajudar os colegas, respeitar opiniões, participar das tarefas escolares, etc.
- 3) **Normas:** são padrões ou regras de comportamento que devemos seguir em determinadas situações que obrigam a todos os membros de um grupo social. Indicam o que pode se fazer e o que não pode se fazer neste grupo.

Lembramos que os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais devem ser trabalhados todos conjuntamente em sala de aula e devem ser aprendidos de forma significativa e não de forma memorística. Com isso, passamos a tecer comentários sobre a aprendizagem significativa de conteúdos.

A aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e Atitudinais

Na compreensão de Pozo (2000) os fatos e os conceitos são adquiridos mediante processos de aprendizagem distintos. Para ele os fatos e os dados são aprendidos de modo memorístico e baseiam-se numa atitude ou orientação passiva em relação à aprendizagem, sendo uma reprodução literal do material de estudo. No sentido contrário, a aprendizagem de conceitos baseia-se na aprendizagem significativa, consiste em compreender esse material incorporando-o a estruturas conceituais com significado, que requer uma atitude ou orientação mais ativa, na qual o aluno deve ter mais autonomia da definição de seus objetivos, suas atividades e seus fins, portanto um processo de elaboração pessoal.

Além disso, um aluno aprende um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação obtida, ou seja, quando compreende esta informação, em que segundo a concepção de Pozo (2000) compreender seria traduzir algo para as suas próprias palavras. Algumas diferenças entre fatos/dados e conceitos em relação à aprendizagem encontram-se no quadro 1:

Quadro 1 – Algumas diferenças entre fatos/dados e os conceitos em relação à aprendizagem (reproduzido de Pozo, 2000)

	Aprendizagem de fatos/dados	Aprendizagem de conceitos
Consiste em	Cópia literal	Relação com conceitos anteriores
É alcançada por	Repetição (aprendizagem memorística)	Compreensão (aprendizagem significativa)
É adquirida	De uma só vez	Gradualmente
É esquecida	Rapidamente caso não haja revisão	Mais lenta e gradualmente

Percebemos que os conteúdos conceituais são aprendidos por meio de relações entre estes e os conhecimentos obtidos previamente. O uso de analogias é uma possibilidade para o ensino de tais conceitos, visto que, utiliza situações já familiares aos estudantes.

Neste sentido, os conceitos científicos estão relacionados a outros conceitos, sendo que seu significado provém, em grande escala, da sua relação com estes outros conceitos, ou seja, para compreendermos um conceito é necessário estabelecermos relações significativas com outros conceitos. Ressaltamos que todo conteúdo conceitual sempre está ligado a outros e, sendo assim, será aprendido junto com conteúdos de outra natureza, sejam eles procedimentais ou atitudinais. Com isso, a avaliação do conhecimento conceitual requer do aluno alguns procedimentos, tais como escrever, relacionar, classificar, etc.

Pozo (2000) nos esclarece que quando a ênfase está na aprendizagem de conceitos, é conveniente que as atividades de ensino se baseiem em procedimentos que os alunos já conheçam ou dominem. Este cuidado contribui para melhorar o procedimento, mas também para tornar a aprendizagem conceitual mais fácil e significativa.

Cabe agora ressaltarmos as condições ou requisitos necessários para que haja uma aprendizagem significativa.

Condições para a Aprendizagem Significativa de Conceitos

Pozo (2000), a partir das idéias de Ausubel e Novak (1978), sintetiza que a aprendizagem significativa é um processo no qual o que aprendemos é o produto da informação nova com base no que já sabemos, ou seja, assimilamos ou integramos as novas informações aos nossos conhecimentos anteriores. Neste processo ativamos um esquema, modelo ou conceito relacionado ao conteúdo para compreendermos as informações novas que nos são passadas. Dessa maneira, aprendemos significados, modificando as nossas idéias como resultado de interações com as novas informações obtidas.

São características da aprendizagem significativa: a) esforço deliberado para relacionar os novos conhecimentos com conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva; b) orientação para aprendizagens relacionadas com experiências, fatos ou objetos; c) envolvimento afetivo para relacionar os novos conhecimentos com aprendizagens anteriores.

Pozo (2000), com base em Ausubel e Novak (1978), resume as condições fundamentais para que se produza uma aprendizagem significativa. Ele separa em duas condições, são elas: a do material de aprendizagem e a dos alunos.

Para a compreensão do material é necessário que este possua uma organização conceitual interna, ou seja, não se constitua em uma lista arbitrária de elementos justapostos. Pozo (2000) argumenta que somente poderão ser compreendidos os materiais que estiverem organizados, ou seja, nos quais cada parte do material tenha uma conexão lógica ou conceitual com o restante das partes.

No entanto, esta condição não pode ser considerada isoladamente das características dos alunos. Para que haja uma aprendizagem significativa, é necessário que o aluno relacione o material de aprendizagem com os conhecimentos que já dispõem, os quais Pozo (2000) chama de conhecimentos pessoais.

Neste sentido, os conceitos científicos estão relacionados a outros conceitos, sendo que seu significado provém, em grande escala, da sua relação com estes e outros, ou seja, para compreendermos um conceito é necessário estabelecermos relações significativas com outros conceitos. Percebemos que os conteúdos conceituais são aprendidos mediante relações entre estes e os conhecimentos obtidos previamente.

Perante isso, nos deparamos com a possibilidade do uso de analogias para o ensino de conteúdos conceituais, uma vez que nelas utilizamos os conhecimentos que os alunos já dispõem, ou seja, situações conhecidas e familiares, as quais compõem os análogos usados nas analogias.

Em relação aos conhecimentos pessoais, Pozo (2000) afirma que eles são construções individuais dos alunos, sendo elaborados de modo espontâneo na sua interação cotidiana com o mundo e que muitos são anteriores à instrução escolar. Em função da forma como se originam este autor refere-se a três tipos de conhecimentos pessoais, são eles:

- a) **Sensorial (concepções espontâneas):** formadas para dar significado às atividades cotidianas, baseadas no uso de regras de inferência causal aplicadas a dados recolhidos, no mundo natural, mediante processos sensoriais e perceptivos. Exemplo: Quando estiver quente tiramos a roupa, pois roupas “dão calor”;
- b) **Cultural (concepções transmitidas socialmente):** são representações sociais, sua origem estaria no meio social do qual o aluno faz parte, de cujas idéias se impregnariam, ou seja, chegariam às aulas com crenças socialmente induzidas pela cultura transmitida e sobre inúmeros fatos e fenômenos particularmente no âmbito das Ciências Sociais. Exemplo: a maneira de contágio na transmissão de enfermidades;
- c) **Escolar (concepções analógicas):** são concepções que se originam no próprio ensino recebido. Apresentações deformadas ou simplificadas de certos conteúdos que conduzem a uma compreensão errônea por parte dos alunos, que não refletiram a informação ou a interpretação recebida, ou ainda, seriam “obrigados” a ativar, por analogia, uma concepção potencialmente útil para dar significado a um determinado assunto. Os alunos tendem a assimilar os conhecimentos escolares, de forma analógica, ou usando outras fontes de conhecimento sobre o mundo. A consequência mais direta é que os alunos concebem como análogos sistemas de conhecimento que são semelhantes, mas não iguais. Exemplo: A força elétrica é como a força gravitacional.

Vemos que os alunos adquirem uma forte bagagem de conhecimentos por diferentes caminhos, sejam eles sensoriais, culturais ou escolares. Estes conhecimentos, na maioria das vezes conduzem a uma compreensão errônea dos assuntos e fenômenos. Consideramos que os conteúdos conceituais podem ser ensinados com o uso organizado de analogias para que os alunos não criem ou reforcem concepções, sejam elas de origem sensorial, cultural ou escolar, no caso das concepções analógicas.

Outro fator extremamente relevante para que ocorra a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais é a predisposição para a compreensão. O aluno deve esforçar-se para relacionar a nova informação com o conhecimento pessoal que possui. É fundamental não somente o aluno procurar o significado da tarefa, relacionando-a com seus conhecimentos pessoais, mas também tentar compreender o que está aprendendo, descobrindo o que está relacionado com o que vê e com o que o cerca, que no nosso entendimento está diretamente relacionado ao ensino mediante o uso de analogias.

A compreensão significativa de conteúdos conceituais requer que o aluno aproxime-se de tarefas, de certos tipos de atividades ou de conteúdos de natureza procedimental, entre eles: comparar, relacionar alguns conceitos com outros, representá-los mediante imagens e esquemas, escrever. Estes procedimentos estão fortemente presentes quando do uso de analogias em atividades de ensino, especificamente quando o aluno é solicitado a estabelecer relações de semelhança entre atributos e identificar limites de validade.

Ainda, a idéia principal para promover a aprendizagem significativa seria, segundo Pozo (1998), levar em consideração os conhecimentos factuais e conceituais que o aluno já possui, bem como os procedimentos e atitudes.

Nesta investigação, consideraremos que os alunos aprenderam significativamente os conteúdos conceituais se forem capazes de estabelecer relações, identificar limites de validade e elaborar sínteses conclusivas, ou seja, a aprendizagem do aluno será tanto mais significativa quanto

melhor for sua habilidade/capacidade de estabelecer relações, identificar limitações e elaborar sínteses conclusivas, durante as atividades didáticas realizadas em sala de aula com uso de analogias.

Propósito da Investigação e Questões Balizadoras

Objetivamos analisar a influência do recurso analógico no ensino e na aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do Ensino Médio. Especificamente, considerou-se a preocupação em avaliar a influência do recurso analógico na aprendizagem de circuitos elétricos. Neste contexto é que se insere esse estudo, tendo como problema: *Que características tornam as analogias mais eficientes na compreensão de conteúdos conceituais de Física, no domínio de procedimentos e na formação de atitudes por estudantes?*

Definimos algumas questões relevantes que permearam este estudo. São elas:

- a) *Em que medida, as situações análogas apresentadas aos alunos, em atividades de ensino, podem ser consideradas familiares?*
- b) *Quais são as correspondências estabelecidas entre análogo e alvo e quais os limites de validade da analogia identificados pelos alunos e o seu nível de explicitação? Em que medida as produções dos alunos aproximam-se de nossas expectativas?*
- c) *Qual o grau de elaboração das sínteses conclusivas elaboradas pelos alunos sobre o assunto aprendido?*

Nesse artigo, relatamos e discutimos as implementações ocorridas em aulas de física, especificamente, das atividades didáticas com uso de analogias elaboradas para o ensino de circuito elétrico simples. Selecionamos este item curricular pela possibilidade de confrontarmos 03 analogias que utilizam análogos distintos.

Percorremos alguns caminhos até chegarmos às implementações em salas de aula para respondermos as questões norteadoras. No próximo item tecemos comentários sobre os passos de desenvolvimento da investigação, os sujeitos e locais de realização, bem como os instrumentos de coleta de informações (usos e funções).

Desenvolvimento da Investigação

Num primeiro momento, elaboramos atividades didáticas baseadas em analogias seguindo as diretrizes, para a utilização coerente de analogias em sala de aula, propostas na versão modificada do modelo TWA (Teaching with Analogies) sugeridas por Harrison e Treagust (1993), porque ele é relativamente simples em relação a outros (pela quantidade de passos previstos) e também porque considera essencial para a utilização de analogias como recurso didático não só a compreensão das similaridades possíveis, como também a dos limites de validade.

Além disso, este modelo nos possibilita, junto aos alunos, a realização de tarefas de estabelecimento de correspondências entre alvo e análogo, de identificação de limites de validade da analogia e de esboço de uma síntese conclusiva sobre a situação alvo. Segundo o modelo TWA, deve-se procurar seguir os seis passos abaixo, são eles: 1) introdução da “situação alvo” a ser ensinada; 2) introdução da “situação análoga” a ser utilizada; 3) identificação das características relevantes do “análogo”; 4) estabelecimento das similaridades entre o “análogo” e o “alvo”; 5) identificação dos limites de validade da analogia; 6) esboço de uma síntese conclusiva sobre a “situação alvo”.

Em continuidade, procuramos responder a primeira questão norteadora. Para tanto, contamos com a colaboração de dois professores da rede de ensino do Rio Grande do Sul/Brasil, os quais implementaram as atividades didáticas. Além destes professores, as atividades foram implementadas pelo do professor-pesquisador, o primeiro autor deste trabalho em duas escolas.

Tendo em vista que a familiaridade da situação análoga não deve ser considerada a priori pelo professor como sendo plenamente conhecida pelos alunos, mesmo que esta situação faça parte do cotidiano deles (DUIT, 1991), submetemos 83 alunos de 3ª série de 03 escolas de Ensino Médio a um questionário escrito, mediante o qual deveriam indicar se as situações indicadas nele lhes eram familiares ou não e apontar justificativas para isso. O questionário englobou uma variedade de situações que costumam ser utilizadas no ensino com analogias para introduzir a aprendizagem de diversos conceitos/fenômenos.

Após, passamos à preparação dos professores colaboradores, para posterior implementação das atividades didáticas em sala de aula, sendo que os encontros com os professores ocorriam em diferentes locais. Concluída essa etapa, passamos à implementação em sala de aula das atividades didáticas. Foram utilizados como instrumentos para a realização da análise das implementações a produção escrita dos alunos durante as aulas.

A produção escrita dos alunos refere-se ao preenchimento de fichas, entregues durante o desenvolvimento das atividades didáticas em sala de aula, pelos alunos, relacionadas aos passos 4, 5 e 6 do modelo TWA. Com essas produções procuramos responder as duas últimas questões norteadoras. Utilizamos também, a videogravação das aulas ministradas para registrarmos a forma de trabalho com as atividades, visando analisar a prática encaminhada pelos professores durante o ensino.

Após algumas considerações sobre os instrumentos utilizados avançaremos na discussão detalhada dos diferentes casos que nos interessa mostrar, colocando as respostas ao questionário, a produção dos alunos.

Resultados Obtidos

Grau de familiaridade dos alunos com os análogos utilizados

Os quadros 2, 3 e 4 apresentam os índices, absolutos e percentuais, das situações que foram consideradas como familiares e as que não o foram. Separamos as informações obtidas por turma, de cada professor implementador, em virtude de tais índices condicionarem a escolha da atividade a ser implementada na respectiva turma.

Quadro 2 – Grau de familiaridade com as situações análogas na turma do Prof. A

Nº de Ordem	Situações Análogas	Familiar		Não Familiar	
		Quantidade	%	Quantidade	%
01	Circuito Hidráulico	17	89,5	02	10,5
02	Malha/Sistema Ferroviário	08	42	11	58
03	Sistema Circulatório/Sanguíneo	17	89,5	02	10,5

Observando o quadro 2 percebemos que 89,5% dos alunos desta turma consideram como familiar um circuito hidráulico. Este índice talvez possa ser explicado em virtude destes alunos residirem numa localidade rural, onde a agricultura é o principal produto comercial da região, consecutivamente estão familiarizados com métodos de irrigação.

Quanto a familiaridade com um sistema ferroviário, 58% dos alunos responderam que esta situação não é familiar. Este índice talvez também possa ser explicado pelo mesmo fator mencionado acima, ou seja, a inexistência deste tipo de transporte na região onde vivem os alunos.

Surpreende-nos o fato de 10,5% não considerarem como familiar o sistema circulatório. Uma provável justificativa para este índice deve-se em virtude dos alunos não terem estudado em séries anteriores este tópico curricular ou não lembram do mesmo.

Na turma do Prof. A optamos, com base nos índices obtidos, por implementar a analogia que possui como análogo um circuito hidráulico.

Os quadros 3 e 4 referem-se aos índices, absolutos e percentuais, das situações que foram consideradas como familiares e as que não o foram na turma da Profa. M e na do Prof. L.

Quadro 3 – Grau de familiaridade com as situações análogas na turma do Profa. M

Nº de Ordem	Situações Análogas	Familiar		Não Familiar	
		Quantidade	%	Quantidade	%
01	Circuito Hidráulico	20	54	17	46
02	Malha/Sistema Ferroviário	14	38	23	62
03	Sistema Circulatório/Sanguíneo	36	97,5	01	2,5

Os índices, absolutos e percentuais, de familiaridade com o análogo circuito hidráulico não tiveram uma variação muito distante, sendo que, uma quantidade expressiva de alunos, 46%, considerou o análogo não familiar. O análogo sistema circulatório obteve o maior grau de familiaridade junto aos alunos com este análogo, entre as turmas investigadas. Este fato nos levou a implementar a respectiva analogia nesta turma.

Finalizando a primeira etapa de nossa investigação, passamos a informar valores obtidos na turma do Prof. L.

Quadro 4 – Grau de familiaridade com as situações análogas na turma do Prof. L

Nº de Ordem	Situações Análogas	Familiar		Não Familiar	
		Quantidade	%	Quantidade	%
01	Circuito Hidráulico	05	18,5	22	81,5
02	Malha/Sistema Ferroviário	23	85	04	15
03	Sistema Circulatório/Sanguíneo	23	85	04	15

Na turma do Prof. L percebemos que 81,5% dos alunos não consideram o circuito hidráulico como familiar. Os índices relativos a este análogo divergiram consideravelmente em relação às outras turmas. Os valores obtidos para as outras duas situações análogas coincidiram nesta turma, sendo que, 85% consideram como familiar os análogos sistema ferroviário e sistema circulatório. Com estes índices optamos por implementar na turma do Prof. LLS a analogia que possui como análogo um sistema ferroviário.

Com base nos índices obtidos, podemos inferir que embora algumas situações análogas não são, em determinadas regiões, do conhecimento dos alunos, em outras regiões tais situações podem ser, sendo uma tarefa do professor verificar junto aos seus estudantes quais análogos convém utilizar em um determinado contexto de ensino.

Respondida a primeira questão norteadora, passamos agora a análise das implementações ocorridas nas turmas dos professores colaboradores.

Correspondências estabelecidas, limites identificados e sínteses elaboradas

Visando responder às duas últimas questões norteadoras, passamos a implementar as atividades didáticas com uso de analogias em sala para, com isso, procedermos às análises das implementações.

Apresentamos abaixo os resultados obtidos das implementações ocorridas por atividade didática, e dentro destas daremos ênfase, para respondermos as duas últimas questões norteadoras, aos seguintes aspectos: 1) grau de estabelecimento de correspondências entre alvo e análogo; 2)

grau de identificação dos limites de validade da analogia; 3) grau de elaboração de sínteses conclusivas sobre a situação alvo e 4) grau de contemplação dos passos do modelo TWA pelo professor implementador.

ATIVIDADE DIDÁTICA 01 – CIRCUITO ELÉTRICO/CIRCUITO HIDRÁULICO

A primeira analogia Circuito Elétrico/Circuito Hidráulico foi implementada pelo Prof. A. Analisando as produções escritas, constatamos que a maioria dos alunos estabeleceu metade das correspondências entre alvo e análogo.

As correspondências estabelecidas, pela maior parte dos alunos, foram aquelas que se referem apenas aos componentes estruturais, sendo que os mesmos não as percebem como relações que possuem as mesmas funções em ambos os circuitos. As correspondências estabelecidas encontram-se listas no quadro 4.

Quadro 5 – Correspondências estabelecidas pelos alunos do Prof. A

Circuito Hidráulico	Circuito Elétrico
Cano	Fio
Bomba	Bateria/pilha
Torneira	Lâmpada
Registro	Interruptor

Um aluno mencionou que o circuito elétrico ocorre em qualquer posição, já o circuito hidráulico deve ser apresentado na vertical. No entanto, este aluno não verbaliza este aspecto como relacionado à energia potencial gravitacional.

No que tange as limitações da analogia, grande parte dos alunos não conseguiu mencionar pontos falhos na comparação. Os alunos que o fizeram, sugeriram limites diferentes daqueles presentes na atividade, são eles:

“Não enxergamos a corrente elétrica, já a água pode ser vista.” (P. F)

“A torneira fornece maior/menor pressão, a lâmpada fornece maior/menor luminosidade.” (P. F)

“No sistema elétrico há transformação de energia, no hidráulico, não.” (P. F)

Nas sínteses conclusivas sobre a situação alvo, verificamos que os alunos mencionaram os componentes do circuito elétrico e suas respectivas funções. No entanto, a grande maioria dos alunos permanece, ao final do processo, com a concepção de consumo de energia na lâmpada, como pode ser constatado em uma das produções reproduzida na figura 1.

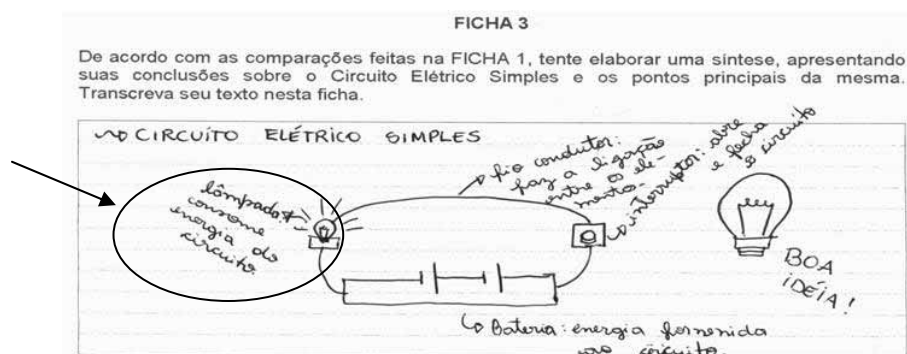


Figura 1 – Síntese conclusiva elaborada pelo aluno AR

Destacamos que, embora AR tenha apresentado o circuito em curto, ele desejava representar as pilhas.

Outro aspecto relevante de ser registrado é o fato de dois alunos elaborarem suas sínteses conclusivas com base na analogia utilizada, mencionando parte das relações de semelhança existentes, como pode ser visualizado na produção de um deles, reproduzida na figura 2.

FICHA 3		
Nome:	Turma: 3º B	Nº: 13
Elaborar uma síntese, apresentando suas conclusões sobre Circuito Elétrico Simples e apontando os principais do mesmo. Transcreva seu texto nesta ficha.		
<p>entendi que um circuito elétrico pode ser comparado com um circuito hidráulico. onde: o fluxo de água corresponde a corrente elétrica, as canos correspondem os fios, o registro de água corresponde ao interruptor, a torneira corresponde ao resistor e a bomba corresponde a fonte.</p>		
Nome:		
Tente e os pont		
cu		
Notas		
Corres		
neira		

Figura 2 – Síntese conclusiva elaborada pelo aluno JC

Estes fatos, descritos acima, podem se tornar um obstáculo ao avanço da aprendizagem na medida que, no primeiro caso, o aluno estará levando consigo uma idéia errônea, e no segundo “fixando” mais o análogo do que o alvo. Ainda, com base nos exemplos acima, podemos inferir que os alunos somente compreenderam os elementos que compõem um circuito e suas funções e não o processo de transformação de energia química em elétrica e, posteriormente em térmica e luminosa, tampouco a lâmpada como resistor.

Neste sentido, ao utilizarmos esta atividade devemos levar em consideração o aspecto da torneira “gastar/eliminar/consumir” água, o que não ocorre na lâmpada, já que a mesma apenas transforma energia elétrica em térmica e luminosa. Este aspecto deve ser ressaltado pelo professor, o que não acabou ocorrendo nesta implementação, sendo assim, fundamental que o professor execute o 6º passo do modelo TWA, realizando um fechamento da atividade e retomando os aspectos principais do alvo.

Com base na vídeo-gravação realizada, podemos inferir que o baixo índice de aproveitamento talvez possa ser atribuído ao grau de contemplação parcial dos passos 2 e 3 do modelo TWA pelo Prof. A. Além disso, outro fator que poderia explicar tal índice refere-se ao fato desta implementação ser uma das primeiras realizada pelo professor e com os alunos.

A seguir, descrevemos os resultados obtidos da implementação da analogia circuito elétrico/sistema ferroviário.

ATIVIDADE DIDÁTICA 02 – CIRCUITO ELÉTRICO/SISTEMA FERROVIÁRIO

Esta atividade foi realizada pelo Prof. L. Comprovamos que, analisando as produções escritas, a maioria dos alunos não teve dificuldade em estabelecer as correspondências entre o “análogo” e o “alvo”. Os alunos mapearam a maior parte dos atributos, tanto estruturais quanto funcionais. As correspondências estabelecidas encontram-se listas no quadro 6.

Quadro 6 – Correspondências estabelecidas pelos alunos do Prof. L

Sistema Ferroviário	Circuito Elétrico
Sirene	Interruptor
Trilhos	Fios
Trem	Corrente elétrica
Vagões	Elétrons
Locomotiva	Pilha
Carvão	Elementos químicos

Além destas correspondências, muitos alunos explicitaram outras similaridades mencionadas no quadro 7.

Quadro 7 – Correspondências estabelecidas além das previstas na atividade

Sistema Ferroviário	Circuito Elétrico
Obstáculo nos trilhos	Lâmpadas
Velocidade do trem	Intensidade da corrente
Combustão	Perda da capacidade da pilha

O bom índice de estabelecimento de correspondências, talvez possa ser explicado pelo fato do professor ter utilizado um modelo representativo do análogo (ferrorama) em sala de aula. A figura 3 mostra este modelo físico utilizado.



Figura 3 – Modelo físico representativo do análogo utilizado de Prof. L

Com respeito à identificação dos limites de validade da analogia, podemos dizer que a grande maioria dos alunos conseguiu identificar os limites. Para exemplificação, reproduzimos na figura 4 a produção de uma aluna contendo as falhas mencionadas pela grande maioria dos alunos.

FICHA 2		
Nome: <i>[Handwritten]</i>	Turma: <i>701</i>	Nº: <i>[Blank]</i>
Preencha a FICHA 3 com as características da situação análoga que não encontram correspondência na situação alvo e vice-versa, ou seja, pontos onde a analogia falha.		
<p><i>- No circuito elétrico a energia é transformada em luz e na malha ferroviária em energia mecânica!</i></p> <p><i>- No circuito elétrico a corrente elétrica pode ter mais de um caminho e na malha não pode.</i></p> <p><i>- No circuito elétrico a fonte está parada e na malha ferroviária a locomotiva anda junto e/ou vagões <small>que são fontes</small></i></p>		

Figura 4 – Limites de validade identificados pela maioria dos alunos

Além dos limites expressos na produção acima, outros também foram mencionados pela grande maioria da turma como, por exemplo, as listadas a seguir.

“Os trilhos têm espaços entre eles, para a dilatação devido ao calor. No circuito elétrico não pode haver isso.” (L.B.G. B.)

“Os elétrons são invisíveis, e o trem não”. (A. M.)

Podemos justificar o elevado índice de rendimento dos alunos nas duas primeiras fichas, olhando o grau de contemplação dos passos do modelo TWA, executados pelo professor L. A tabela 1 apresenta o grau de contemplação dos passos do modelo TWA executados pelo Prof. L nesta atividade didática.

Tabela 2– Grau de contemplação dos passos do modelo TWA na implementação do Prof. LLS

Grau de contemplação com os passos do modelo TWA	PASSOS					
	1	2	3	4	5	6
Contemplou	X	X		X	X	
Contemplou parcialmente			X			
Não contemplou						X

Tento em vista que os alunos tiveram êxito no estabelecimento de similaridades e na identificação de pontos falhos, esperávamos que eles elaborassem sínteses conclusivas ricas em argumentação. No entanto, uma parte expressiva dos alunos somente citou os elementos constituintes do circuito elétrico, não especificando suas funções no mesmo. Parece haver indícios de falta de argumentação ou de escrita por parte dos alunos.

Na continuidade, descrevemos os resultados obtidos da implementação da analogia circuito elétrico/sistema circulatório.

ATIVIDADE DIDÁTICA 03 – CIRCUITO ELÉTRICO/SISTEMA CIRCULATÓRIO

A analogia Circuito Elétrico/Sistema Circulatório foi implementada pela Profa. M. Nela, as produções escritas dos alunos com as correspondências entre alvo e análogo mostram que, praticamente a totalidade dos alunos estabeleceu as correspondências entre alvo e análogo na íntegra. As correspondências estabelecidas pelos alunos encontram-se listadas no quadro 8.

Quadro 8 – Correspondências estabelecidas pelos alunos da Profa M na atividade para o ensino do circuito elétrico simples

Sistema Circulatório	Circuito Elétrico
Coração	Pilha/gerador
Veias e artérias	Fios
Gorduras	Interruptor
Sangue	Corrente elétrica/fluxo de cargas
Pressão do sangue/Arterial	Tensão elétrica
Hemácias	Elétrons

Muitos alunos sugeriram correspondências além daquelas previstas na atividade, o que indica que eles passaram a identificar atributos e os relacionarem com mais facilidade e segurança. Estas correspondências são mencionadas no quadro 9.

Quadro 9 – Correspondências estabelecidas além das previstas na atividade

Sistema Circulatório	Circuito Elétrico
Órgão e células (consumidores de energia)	Lâmpadas
Veias e artérias	Cabo positivo e negativo
Coágulo	Interruptor
Velocidade de escoamento do sangue	Intensidade da corrente elétrica

As correspondências estabelecidas pelos alunos foram aquelas que se referem não apenas a estrutura, mas também as funções de ambos os atributos das situações.

O fato dos alunos perceberem que as funções dos aspectos relacionados ao sistema circulatório eram semelhantes aos do circuito elétrico contribuiu para que eles conseguissem estabelecer as relações.

Este aspecto mostra a necessidade que os alunos percebam que os aspectos, tanto estruturais quanto funcionais de ambas as situações são semelhantes, para que possam as relacionar.

Quanto a identificação dos limites de validade, os alunos expressaram limites que não haviam sido identificados na atividade. Entre os apontados, pela maioria deles estão os presentes na ficha de um dos alunos, reproduzida na figura 5.

FICHA 2			
Nome: h	k	§	Turma: 3A Nº: 21
Preencha a FICHA 3 com as características da situação análoga que não encontram correspondência na situação alvo e vice-versa, ou seja, pontos onde a analogia falha.			
<p>Onde diz que o interruptor é uma necessidade no sistema elétrico sem ele o sistema não pode ocorrer. Porém a gordura em um sistema de laboro é um risco pois em excesso causa imp to. No sistema elétrico no entanto a corrente para a as, tuidade passar e no corpo humano há vários (ve nos. artéri nos) ve</p>			

Figura 5 – Limites de validade identificados pela maioria dos alunos

Na produção acima, percebemos, também, um outro aspecto discutido em aula, durante a implementação, que esta analogia permite, não ficando somente restrito ao campo conceitual da física, que refere-se aos riscos de ingerirmos alimentos gordurosos. Este pequeno fato mostra a possibilidade de trabalharmos com este tipo de atividade conteúdos de outra natureza, como este que estaria dentro da tipologia de conteúdos atitudinais.

Além dos limites expressos na produção acima, outros também foram mencionados pela grande maioria da turma como, por exemplo, as citadas abaixo.

“A pessoa pode ter um ataque cardíaco pelo aumento de colesterol nas artérias mas os elétrons ã ficam parados nos fios.” (M. G.)

“O coração não gera o sangue só bombeia já no caso da pilha ela gera energia.” (R. N. A.)

Na elaboração da síntese conclusiva sobre a situação alvo os alunos não tiveram nenhuma dificuldade de realizar esta tarefa. Ocorreu apenas um caso de elaboração de síntese conclusiva em que o aluno utilizava a analogia em sua redação final.

Ao analisarmos as sínteses conclusivas dos alunos, constatamos que apenas 3 alunos referem-se ao resistor como consumido de energia. Porém, a grande maioria compreendeu que a energia elétrica provém de reações químicas ocorridas dentro da pilha, e que aquela transforma-se em energia luminosa e térmica na lâmpada.

Os índices satisfatórios nas tarefas solicitadas e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos, talvez possam ser explicados, fundamentalmente pelo grau de familiaridade dos alunos com o análogo. Além disso, os alunos já possuíam um maior domínio dos procedimentos envolvidos nas atividades com uso de analogia. Contribuíram, também, os seguintes aspectos: o professor ter utilizado um modelo representativo do alvo e utilizar imagens do análogo, projetadas no quadro e o grau de contemplação da maior parte dos passos do modelo TWA pelo professor implementador.

Nesta analogia o professor deve ter um domínio de outro conhecimento, que vai para além do conhecimento da área da física. Sem tal domínio a transferência de conteúdos entre diferentes áreas não seria possível.

Após descrevermos as evidências obtidas em sala de aula, finalizamos nosso trabalho fazendo algumas inferências sobre a aprendizagem dos alunos.

Conclusões que deduzimos com base na investigação

Nesta seção relatam-se as principais conclusões a que chegamos e que podemos inferir com base nos resultados obtidos. Tais conclusões incluem os aportes que se deduzem da investigação. Concluimos que:

- a) os índices aqui expressos não revelam quais análogos devem ser utilizados e quais devem ser rejeitados no ensino com analogias, mas sim o quanto devemos nos aprofundar, em virtude do grau de familiaridade dos alunos com os análogos, na apresentação da situação análoga e na identificação das características relevantes quando da realização dos passos 2 e 3 do modelo TWA em sala de aula;
- b) as situações que foram consideradas familiares não são necessariamente os análogos mais indicados. A qualidade da analogia não depende exclusivamente da familiaridade do análogo. Esta é uma condição necessária para o ensino com analogias, porém não suficiente. Outros aspectos devem também ser considerados como, por exemplo, o número de atributos a serem compartilhados entre alvo e análogo. Estes cuidados são importantes no momento de elaboração de atividades didáticas que utilizem analogias;
- c) quando o análogo não é familiar o aluno não possui, em sua estrutura cognitiva, conceitos que podem auxiliar na decodificação de um conteúdo conceitual. Isto foi percebido quando os professores apresentavam aos alunos tanto o análogo como o conteúdo conceitual (alvo), e as relações entre ambos, onde eles compreendiam somente partes do análogo;
- d) a eficácia de uma analogia depende da habilidade do aluno para estabelecer relações. Mas para isso, o aluno tem que ter um papel ativo neste processo;
- e) o entendimento de um novo conceito, no caso circuito elétrico simples, aumentou em virtude de estar associado a outros conceitos, tais como Diferença de Potencial e corrente elétrica, que já eram do conhecimento dos alunos;
- f) à medida que os alunos adquirem uma maior compreensão do processo de ensino com analogias, deve ser possível ganharem uma maior capacidade de se comprometerem com a tarefa, de estabelecerem “maior número de correspondências”, de limites e elaborarem sínteses conclusivas com maior argumentação;
- g) o significado que cada aluno constrói de um determinado conceito é formado com base no conjunto de relações analógicas que consegue estabelecer. Quanto menor o número de relações que estabelecer, menor o entendimento/significado que o aluno formará, ou seja, a possibilidade de entendimento/significado construído por um aluno parece aumentar com o número de relações por ele estabelecidas. O conjunto de relações analógicas estabelecidas entre as partes e o todo de ambas as situações (alvo e análogo) é o que permite aos alunos reconstruírem e darem significado aos conceitos em estudo, reconhecendo as partes como elementos que o constitui;
- h) a identificação das semelhanças e das diferenças que dependem de um menor esforço cognitivo em função de uma simples visualização de atributos, são identificadas mais facilmente, como, por exemplo, as do tipo estrutural e que envolvem proporções;
- i) ensinar os conceitos e procedimentos mediante o uso de analogias exige do professor determinados comportamentos que orientem de maneira organizada a aprendizagem dos alunos, para que estes se sintam autônomos e seguros de realizarem individualmente suas produções, ou seja, de não dependerem mais da ajuda de colegas e do professor.

Reafirmamos que o professor: 1) explique o objetivo do trabalho, os procedimentos envolvidos e a sequência a ser seguida; 2) explique a funcionalidade e os benefícios alcançados com o uso deste tipo de recurso; 3) refira-se às possíveis dificuldades e erros que possam aparecer, proporcionando caminhos e ajudas necessárias para construir os conceitos;

- j) a capacidade de realizar registros escritos, assim como a aprendizagem dos procedimentos de comparar semelhanças e identificar diferenças, é um processo lento e que carece de práticas sucessivas. Neste sentido, as atividades propiciaram, ao longo da sua realização, evoluções significativas nos procedimentos de comparar, identificar e registrar para discussão com pares, como afirmam os professores nas entrevistas;
- k) os alunos formaram os conceitos ensinados pelo fato de terem conectado estes aos conhecimentos pessoais, mediante relações analógicas. Em geral, eles aproximaram-se em grande parte das relações analógicas mapeadas na atividade. Um aspecto que contribuiu para isto foi à utilização de modelos físicos representativos do alvo e do análogo. Quando um modelo físico é utilizado, uma imagem mental é construída, com isso a percepção do análogo que está sendo representado é confrontada com a percepção do alvo que se quer ensinar o que permite aos alunos identificarem mais facilmente os atributos a serem relacionados;
- l) a utilização de modelos físicos representativos do análogo auxilia no reconhecimento rápido de um objeto. Diante da presença destes modelos físicos os alunos identificam mais facilmente os atributos a serem relacionados e buscam o estabelecimento mental de correspondências. De posse destas os alunos as expõem de forma escrita. Concluímos que o uso de modelos físicos auxilia os alunos na construção de um novo conceito que está ligado aos já conhecidos, por alguma ou algumas características, integrando-se ao universo de conhecimentos que possuem. Em síntese, o uso de modelos físicos contribui para que o indicador de aprendizagem “grau de identificação de relações” seja fornecido com mais facilidade e segurança. O uso de modelos físicos é importante quando o aluno não atribui significado ao análogo, ou ao alvo. Isto é facilmente perceptível quando o análogo não é familiar. Neste momento, o aluno terá uma maior identificação com o análogo pelo fato de estar visualizando-o e/ou manipulando-o;
- m) nenhuma analogia é melhor nem pior, pois todas apresentam aspectos distintos, sendo necessário levarmos em consideração, principalmente, suas características, a familiaridade com o análogo, as habilidades procedimentais dos alunos e o encaminhamento do professor na implementação. Geralmente as analogias têm características múltiplas, embora em muitas delas algumas prevaleçam sobre outras, e algumas características predominantes podem ser suficientes;
- n) o desempenho melhor dos alunos nas tarefas solicitadas foi observado nas atividades cujas analogias possuíam as seguintes características: 1) alvo e/ou análogo representados mediante imagens ou modelos físicos; 2) análogo possível de ser dramatizado/simulado; 3) menor número de atributos a serem relacionados e 4) análogo extraído do cotidiano (exterior a própria área de conhecimento);
- o) a eficácia das analogias esteve fortemente condicionada ao encaminhamento dado pelos professores nas implementações. Portanto, com encaminhamentos diferentes, obtivemos resultados diferentes, o que ficou evidenciado nos passos do modelo TWA nas implementações dos professores. A eficácia das analogias dependeu do comprometimento dos professores, ou seja, do conhecimento e engajamento com o processo com o uso de analogias e do conhecimento físico envolvido na atividade;

- p) o entendimento que o aluno construiu não acaba nas comparações da analogia, mas que esse é um primeiro modelo desenvolvido que pode mudar e/ou evoluir com o tempo;
- q) o análogo Circuito Hidráulico não se mostrou eficaz para a compreensão do circuito elétrico simples por parte dos alunos, no contexto da turma do Professor ALE, uma vez que a aprendizagem não foi significativa para os alunos, já que eles apresentaram informações incorretas nas sínteses conclusivas, mostrando que um análogo familiar não garante a eficácia da analogia. Este aspecto evidencia que, o êxito dos alunos numa tarefa, quando do uso de analogias em sala de aula, não depende exclusivamente da familiaridade com o análogo. A familiaridade do análogo é uma condição necessária, porém não suficiente. Outros fatores devem ser considerados, como o nível de aptidão dos alunos para com este tipo de atividade;
- r) os análogos Sistema Circulatório e Malha de um Sistema Ferroviário mostraram-se mais acessíveis para os alunos do que o Circuito Hidráulico, ao menos para a identificação de correspondências e limitações. Portanto, os elementos presentes no Circuito Elétrico Simples parecem ser de certo ponto fáceis de serem aprendidos mediante o uso desta analogia. No entanto, sua assimilação depende em grande parte dos conhecimentos que os alunos possuem dos análogos;
- s) deve haver, pelo menos, seis fatores para que a aprendizagem de conteúdos conceituais venha a acontecer mediante o uso de analogias: 1) entender o objetivo do trabalho, sua funcionalidade e benefícios, os procedimentos envolvidos e a sequência a ser seguida; 2) prestar atenção nos aspectos estruturais e funcionais e no comportamento do alvo, para que sejam identificadas suas características relevantes; 3) lembrar/recordar o análogo, identificando e compreendendo suas características relevantes, para obter sucesso nas tarefas a serem realizadas; 4) possuir as habilidades necessárias para realizar as atividades, ou seja, dominar alguns procedimentos; 5) expor de forma escrita (e/ou oral) o entendimento sobre o assunto (alvo) de maneira organizada, inserindo informações e argumentos para justificá-lo; 6) refletir sobre todo o processo, sobre suas próprias produções, fazendo com que tomem consciência das mesmas;
- t) os baixos índices de aproveitamento dos alunos, em algumas tarefas, podem estar associados não somente a uma deficiência conceitual. Outro fator que pode justificar os baixos índices é uma deficiência procedimental. Pode ser que estejamos atribuindo a uma dificuldade conceitual o que, na verdade, é uma carência procedimental e vice-versa. Os baixos índices obtidos talvez possam ser explicados em razão de uma deficiência procedimental, ou seja, em virtude da falta de domínio de alguns procedimentos que não foram suficientemente ensinados, entre eles: estabelecer relações, identificar diferenças, sintetizar idéias entre outras. Esses procedimentos mostraram-se imprescindíveis para a realização de tarefas habituais de aprendizagem em sala de aula. O desempenho dos alunos nas atividades propostas está fortemente condicionado, entre outros fatores, ao domínio destes procedimentos;
- u) a aprendizagem de conteúdos conceituais mediante o uso de analogias requer a busca da superação de dificuldades não somente conceituais, mas, também, procedimentais. A formação de conceitos requer antes de qualquer coisa a utilização, pelos alunos, de procedimentos. Se desejarmos que eles formem conceitos mediante o uso de analogias, é fundamental que os alunos dominem certos procedimentos. Faz-se necessário, portanto, estimular a utilização de distintos procedimentos, a fim de evitar deficiências conceituais;
- v) os conteúdos procedimentais assumiram um papel imprescindível nas atividades com analogias e conseqüentemente na formação de conceitos. Mediante a análise das

implementações, juntamente com as produções dos alunos, identificamos os principais procedimentos desenvolvidos e ensinados aos alunos durante as aulas. Na tabela 3 listamos alguns procedimentos possíveis de serem ensinados com o uso de analogias.

Tabela 3– Conteúdos procedimentais possíveis de serem trabalhados com o uso de analogias

<i>Procedimentos</i>	<i>Procedimentos</i>
Descrever conceitos e fenômenos	Diferenciar
Escrever/enunciar/relatar/registrar	Gerar alternativas
Nomear/reconhecer/identificar	Suport/considerar
Comparar atributos, aspectos e situações/estabelecer relações	Esquematizar/representar imagens
Analisar	Esclarecer idéias
Justificar	Rever níveis de compreensão/ verificar respostas
Resumir/sintetizar idéias	Solicitar explicações
Contrastar	Iniciar, continuar e concluir uma tarefa

Uma vez pontuadas as conclusões obtidas e respondidas às questões de pesquisa, cabe-nos finalizar este relato com as considerações de suas repercussões.

Considerações Finais

Uma das contribuições deste trabalho diz respeito à avaliação das analogias utilizadas em sala de aula. Com ele foi possível determinar alguns obstáculos que poderemos encontrar ao tentar utilizar estas analogias no ensino de conteúdos conceituais. Com isso, utilizando as contribuições do presente trabalho podemos avaliar quais analogias são mais convenientes de serem utilizadas em sala de aula.

A análise das respostas/produções dos alunos nos dá subsídios para a reelaboração das atividades e para a elaboração de outras, levando em consideração os aspectos aqui mencionados.

Nas primeiras implementações, percebemos que uma quantidade expressiva dos alunos não conseguia listar atributos nem os relacionar. Notamos também que não estavam habituados com práticas de escrita, pois se assim fosse eles teriam maior argumentação em suas redações.

A análise das primeiras sínteses conclusivas mostrou que boa parte dos alunos não organizava as idéias nem criavam explicações/argumentações, sendo que nestas as frases apareciam de forma isolada. Mostraram-se incapazes de organizar suas idéias/reflexões pessoais e de criarem explicações satisfatórias para elas. Verificamos que os alunos não possuíam nenhuma argumentação para justificarem seus conhecimentos. As primeiras sínteses elaboradas careciam de justificativas e mostraram-se pobres em argumentações, não passavam de frases soltas sem explicações completas. A grande maioria dos alunos parecia não superar a fase de coleta de elementos para chegarem ao conceito completo.

É provável atribuímos à argumentação deficitária, nas primeiras sínteses conclusivas elaboradas, a uma carência procedimental, ou seja, pela falta de práticas contínuas de escrita. Era evidente a falta de estímulos dados aos alunos para a elaboração de produções escritas em sala de aula, o que foi minimizado mediante vivências mais frequentes com as atividades didáticas com uso de analogias.

A partir das atividades didáticas baseadas em analogias utilizadas para o ensino do Circuito Elétrico Simples, aqui relatadas, observamos melhoras consideráveis no estabelecimento de correspondências, na identificação de limitações e na elaboração de sínteses.

De maneira geral, comprovamos que a aprendizagem e, portanto, o avanço no estabelecimento de correspondências, identificação de limitações e elaboração de sínteses conclusivas pelos alunos, aconteceu de forma progressiva. Isto é justificável por estarmos trabalhando, dentro das atividades, com ações que se classificam como conteúdos de caráter procedimental. Portanto, afirmamos que a aprendizagem de conteúdos conceituais, mediante o uso de Atividades Didáticas baseadas em Analogias, ocorre por meio de procedimentos. Por sua vez, a aprendizagem de procedimentos também ocorre de forma lenta, o que foi propiciado ao longo das atividades desenvolvidas.

Durante as implementações realizadas, verificamos situações de insegurança no desenvolvimento dos passos do modelo TWA pelos professores. Perante isto, nas entrevistas realizadas os professores responderam que nas primeiras implementações não se sentiam seguros em realizá-las, o que foi sendo minimizado ao longo do processo.

No decorrer das implementações, percebermos um avanço no grau de contemplação dos passos do modelo TWA por parte dos professores. A análise da vídeo-gravação nos permite afirmar que à medida que os professores adquirem uma maior segurança em trabalhar com o modelo TWA é de se esperar níveis maiores de contemplação dos passos do modelo adotado, o que foi verificado.

Além disso, nas últimas atividades a forma como os professores as implementavam não se resumiam as explicações verbais diretas pronunciadas oralmente. Também eram constituídas por explicações indiretas, mediadas por requisições na forma escrita. É o caso dos esquemas/representações e desenhos elaborados pelo professor durante a aula e em muitos casos reproduzidos pelos alunos nas sínteses conclusivas.

Em relação às mudanças em suas práticas pedagógicas mediante o uso das atividades com uso de analogias, os professores afirmam que as mudanças ocorridas são: a) o maior cuidado no ensino com analogias; b) verificam os reais objetivos do uso das analogias; c) levam em consideração a familiaridade do análogo; d) procuram seguir os passos do modelo TWA, embora acabem os executando sem deixar espaço para a participação dos alunos.

Por fim, a estrutura/dinâmica sugerida nas atividades com uso de analogias, aqui relatadas, pode servir de base para um ensino organizado, proporcionando particularmente a cada indivíduo o estabelecimento de um nível de aprendizagem.

As tarefas solicitadas nas atividades didáticas podem ser utilizadas como meio para a avaliação dos procedimentos anteriormente listados. Com isso, o professor estará propondo tarefas que todos os alunos possam cumprir, que valorizará a escrita e a criatividade do aluno, acessando o conhecimento que ele possui e não “a resposta que o professor quer ouvir”.

Ainda com relação ao processo de aprendizagem, podemos dizer que trabalhar com o uso de analogias pressupõe planejar atividades didáticas nas quais os alunos se vejam incentivados a: a) participar das tarefas solicitadas, assim como assumir uma postura frente as situações que surjam durante aquelas; b) comprometer-se com a aceitação de responsabilidades para produções e para a tomada de decisões, assumir riscos e aprender com os erros cometidos nas sínteses conclusivas; c) aceitar as controvérsias e variações que ocorrem nos conteúdos estudados, aceitando, portanto, a provisoriade do conhecimento; d) integrar os conhecimentos pessoais em âmbitos cada vez mais gerais; e) valorizar suas experiências de vida e seus próprios conhecimentos; f) confrontar pontos de vistas pessoais com os de outros alunos, g) respeitar opiniões; h) refletir sobre conclusões construídas nas quais se vêem comprometidos; i) compreender as situações que estão relacionadas ao estudo.

Os aspectos, acima mencionados, são atitudes contempladas com o uso de atividades didáticas com uso de analogias. Com este tipo de atividade é possível ensinarmos, não somente conteúdos conceituais e procedimentais, mas também atitudinais. Neste sentido, as atividades nos

ajudam na formação de conceitos, no domínio de procedimentos e na formação de atitudes, possibilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e motoras que são construídas durante as implementações em sala de aula.

No presente momento, arriscaríamos afirmar que as atividades didáticas mostraram-se como um dos possíveis caminhos à formação de conceitos, procedimentos e atitudes, valorizando diferentes aprendizagens, conseqüentemente, transcendendo à concepção de aprendizagem que se revela somente mediante habilidades lógico-matemáticas.

Em síntese, o que percebemos em nossa investigação é que os alunos construíram um entendimento dos conceitos estudados e habilitaram-se para realização de procedimentos possíveis de serem ensinados com este tipo de atividade. Representam, comparam, identificam, argumentam e registram, articulando o conceitual ao procedimental.

Referências

Borges, A. T. (1998). Modelos mentais de eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15 (1), p.7-31.

Dagher, Z. R. (1995) Review of studies on the effectiveness of instructional analogies. *Science Education*, 79(3), 295-312.

Delizoicov, N. C. (2002). *O movimento do sangue no corpo humano: História e ensino*. Florianópolis/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. (Tese de Doutorado).

Duarte, M. C. (2005) Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (1). <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm> Acesso em 11 jun. 2010.

Duit, R. (1991) On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 79(6), 649-672.

Dupin, J.J.; Joshua, S. (1989) Analogies and “Modeling Analogies” in teaching: some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224.

Dupin, J. J.; Joshua, S. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad: descripción y evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 89(2), 119-126.

Gentner, D.; Gentner, D. R. (1983). Flowing water on terming crowds: mental models of electricity. En Gentner, D. and Stevens, A. (Ed.), *Mental Models*. Hillsdale/USA: Lawrence Erlbaum Associate Publishers.

Glynn, S. M.; Takahashi, T. (1998) Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1129-1149.

Godoy, L. A. (2002) Success and problems with analogies in teaching mechanics. *Journal of Science Education*, 3(1), 11-14.

Godoy, L. A. (2002) Sobre la estructura de las analogías en ciencias. *Interciencia*, 27(8), 422-429.

González, J. F.; González, B. M. G.; Moreno, T. (2003) Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 35, 82-89.

Grant, R. (1996). Basic electricity – A novel analogy’. *The Physics Teacher*, 34 (3), 188-189.

Harrison, A. G.; Treagust, D. F. (1993) Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.

Heywood, D.; Parker, J. (1997). Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity. *International Journal of Science Education*, 19(8), 869-885.

Hofstadter, D. R. (1990). Analogías com fluidos y creatividad humana. En Wagensberg (Ed.), *Sobre la imaginación científica*, Barcelona/ESP: Tusquets, p.71-93. Disponível em: <http://fairway.eer.purdue.edu/fre/asee/fie95/2b4/2b43/2b43.html> (acesso em 21 de maio de 2010).

Lawson, A. E. (1993). The importance of analogy: a prelude to the special issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1213-1214.

Martins, R. de A. (1998). Jevons e o papel da analogia na arte da descoberta experimental: o caso da descoberta dos raios X e sua investigação pré-teórica. *Episteme*, 6(3), 222-249.

Morse, R. A. (1993). “Feeling” series and parallel resistances. *The Physics Teacher*, 31, 347.

Nagem, R. L.; Carvalhaes, D. de O.; Dias, J. A. Y. T. (2001) Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1).

Otero, M. R. (1997) Cómo usar analogías em classes de física? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(2), 179-187.

Pozo, J. I. (2000) A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In COLL, C.; et al., *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes* (pp.17-71). Porto Alegre: Artes Médicas.

Silva, L. L da; Terrazzan, E. A. (2008). Correspondências Estabelecidas e Diferenças Identificadas em Atividades Didáticas baseadas em Analogias para o Ensino de Modelos Atômicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3 (2), 21-37.

Silva, L. L da; Terrazzan, E. (2009). A Familiaridade de alunos do Ensino Médio com situações análogas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26 (1), 145-172.

Silva, L. L da; Pimentel, N. L.; Terrazzan, E. A. (2011). As analogias na revista de divulgação científica Ciência Hoje das Crianças. *Ciência & Educação*, 17(1).

Recebido em: 22.02.11

Aceito em: 07.04.11