

# Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química

## Structural mapping of analogies and other comparisons in a Chemistry classroom

Alexandre da Silva Ferry<sup>1</sup>, Helder de Figueirêdo e Paula<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFMG/FaE/Programa de Pós-graduação, CEFET-MG/DeQUI  
asferry@deii.cefetmg.br

<sup>2</sup>UFMG/Coltec/Setor de Física  
helder100@gmail.com

### Resumo

Este trabalho é parte de uma pesquisa de doutorado inserida entre os estudos sobre o uso de analogias na educação em ciências e os estudos sobre o papel dos modos de comunicação nas interações entre professores e estudantes. O objeto desta pesquisa mais ampla é entender como um professor experiente constrói analogias em uma sala de aula de Química. Nós investigamos a estrutura de diferentes comparações para identificar e caracterizar as analogias, bem como os modos de comunicação verbais, visuais e acionais mobilizados pelo professor na elaboração dessas últimas. No excerto da pesquisa que constitui este trabalho, nós apresentamos um mapeamento estrutural dos vários tipos de comparação utilizados pelo professor em um episódio extraído de uma sequência didática sobre cinética química. Com o mapeamento, mostramos que o professor realiza tanto comparações menos elaboradas, quanto analogias bem sofisticadas. A teoria que utilizamos permitiu entender as diferenças entre as comparações, bem como explicitar a complexidade das analogias.

**Palavras chave:** analogias, mapeamento estrutural de comparações, ensino de química.

### Abstract

This paper is part of a doctorate degree research in progress inserted between the studies on analogies in Science Education and those that investigate the role of modes of communication in interactions between teachers and students. The object of this larger study is to understand how an experienced teacher uses analogies and comparisons as mediations to teach chemistry. We investigated the structure of comparisons and verbal modes of communication, visual and actional mobilized by teachers in their construction. The question that guides the excerpt from the research presented here is how to differentiate the several types of comparison used by the teacher. To answer this question, we produced a structural mapping of the comparisons found during an extracted episode of a didactic sequence of chemical kinetics. As a result, we showed that the teacher performs both little elaborate comparisons, as well as sophisticated analogies. The theory we used allowed us to understand the differences between the comparisons and explain the complexity of the relationships established within an analogy.

**Key words:** analogies, structural-mapping of comparisons, chemistry teaching

## Introdução

Analogias e outros tipos de comparações têm sido caracterizados como facilitadores da aquisição de novos conhecimentos de ciências pelos estudantes e como recursos para que esses sujeitos solucionem problemas (FERRAZ & TERRAZAN, 2002; HARRISON & TREGUST, 2006; BOZELLI & NARDI, 2006; FERRY & NAGEM, 2008; MOZZER & JUSTI, 2009 e 2013). Dagher (1995), por sua vez, afirma que a análise das analogias empregadas por professores torna possível acessar seus valores e crenças e sua habilidade de engajar os alunos no estudo dos temas das ciências. Apesar disso, como reitera Mozzer & Justi (2013), existem problemas na utilização das analogias que não podem ser desprezados.

Este trabalho é parte de uma pesquisa de doutorado em andamento que investiga como um professor experiente constrói analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. Nossa pesquisa está situada na interseção entre, por um lado, os estudos sobre o papel dos múltiplos modos de comunicação nas interações em sala de aula e, por outro lado, os estudos sobre o uso de comparações no ensino de ciências.

Vários estudos no campo dos múltiplos modos de comunicação (ou da Multimodalidade) mostram que o ensino e a aprendizagem em ciências não consistem em realizações meramente linguísticas, mas envolvem a orquestração de modos de comunicação verbais com aqueles associados com: (i) a manipulação de objetos; (ii) os deslocamentos dos sujeitos no espaço onde ocorre a interação; (iii) as mudanças de postura corporal ou na entonação da voz; (iv) os movimentos da cabeça; (v) a interação com imagens (PAULA & CAPPELLE, 2015; FONSECA, 2014; TANG *et al*, 2011; POZZER-ARDENGGHI & ROTH, 2007). Por sua vez, os estudos sobre o uso de comparações no ensino de ciências (GENTNER, 1983; HOLYOAK & THAGARD, 1989) nos ajudam a compreender a condição desses recursos de ensino como processos que contrastam sistemas, ao mesmo tempo semelhantes e diferentes entre si.

## O sujeito da pesquisa

O sujeito da nossa pesquisa atua há mais de 20 anos no ensino de Química, tanto como professor do Ensino Médio, quanto do Ensino Superior. Ele também desempenha atividades de coordenação pedagógica, é autor de livros didáticos de Química e desenvolve pesquisas no ensino de ciências, na condição de doutor formado pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Além da facilidade de acesso ao professor e à instituição de ensino na qual ele trabalhava, nossa escolha por esse sujeito levou em consideração uma rica entrevista<sup>1</sup> na qual ele abordou o uso de analogias no ensino de Química.

Quando surgiu a oportunidade de realizar a pesquisa na sala de aula de um professor com esse currículo, vislumbramos que nossa investigação poderia nos colocar em contato com uma prática potencialmente exemplar, no sentido de se mostrar promotora do aprendizado e de poder se constituir como referência para outros professores ou para formadores de professores.

A questão que orienta a pesquisa relatada neste trabalho é: como diferenciar as analogias de outros tipos de comparações utilizadas pelo professor como mediações para o ensino da Química?

## Referencial teórico e Unidade de Análise

Para investigar o uso de analogias e outras comparações pelo sujeito da nossa pesquisa, nós construímos uma unidade de análise que reúne conceitos estruturantes de várias teorias. Essas

---

<sup>1</sup> Entrevista concedida a um canal de comunicação via satélite para uma rede privada de ensino na qual o professor, sujeito da nossa pesquisa, atuava como coordenador pedagógico para o ensino de ciências.

teorias contemplam duas dimensões de análise, uma estrutural e outra expressiva, ambas mencionadas no Quadro 1 a seguir.

<i>Dimensão Estrutural da análise</i>	<i>Dimensão Expressiva da análise</i>
Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (1983)	Teoria Multimodal da Semiótica Social de Kress (2011)
<i>Multiconstraint theory</i> <sup>2</sup> de Holyoak & Thagard (1989)	Descrição funcional dos Gestos de Kendon (2004)

Quadro 1: Teorias que sustentam nossa unidade de análise.

Neste artigo, realizamos uma análise das comparações elaboradas pelo sujeito da nossa pesquisa ao longo de um episódio extraído de uma sequência didática sobre Cinética Química. Nos termos do Quadro 1, essa análise está baseada apenas nos conceitos da Teoria do Mapeamento Estrutural proposta por Gentner (1983). Assim, a análise apresentada neste trabalho é um dos movimentos de uma análise mais densa e complexa em processo de desenvolvimento.

A partir da teoria de Gentner, nós entendemos que as analogias estabelecem correspondências entre dois domínios de conhecimento: o domínio base ou familiar, que serve de fonte de conhecimentos, e o domínio alvo cuja compreensão constitui o motivo da comparação. Gentner (1983) distingue as analogias de outros dois tipos de comparações chamadas *similaridades de mera aparência* e *similaridades literais*. A distinção leva em consideração o tipo de correspondências estabelecidas entre os domínios base e alvo. Nas similaridades de mera aparência, o foco da comparação aponta para as correspondências entre atributos dos elementos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor ou o tamanho). Nas similaridades literais, além das correspondências entre os atributos dos elementos pertencentes aos dois domínios, também há correspondências entre as relações existentes entre elementos do domínio base e as relações existentes entre elementos do domínio alvo. No caso das analogias, o foco da comparação é relacional, isto é, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações; não é necessário haver correspondências entre atributos dos elementos que pertencem aos dois domínios. A autora ainda distingue relações entre atributos ou elementos, classificando-as como *relações de primeira ordem*, das relações entre relações, chamando-as de *relações de ordem superior*.

Gentner atribui às analogias um papel cognitivo superior. Para a autora as comparações por similaridade literal ou por mera aparência podem ser atraentes e úteis, localmente, mas possuem um poder explicativo limitado. A justificativa da autora é a seguinte: em uma analogia não interessa a quantidade de correspondências entre os elementos ou entre os atributos dos elementos presentes nos dois domínios. Ao invés disso, relações estruturais identificadas entre os elementos do domínio base devem corresponder a relações estruturais que são atribuídas aos elementos do domínio alvo. As semelhanças superficiais entre os dois domínios não têm importância. Uma analogia serve para destacar correspondências entre relações.

## Metodologia

Os registros analisados neste trabalho foram gerados a partir de gravações em áudio e vídeo de aulas ocorridas em uma instituição privada de ensino superior localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, durante os meses de fevereiro a junho de 2014. As aulas faziam parte da disciplina Elementos de Físico-química que compõe a matriz curricular de um curso de Farmácia. A turma que acompanhamos era constituída por 32 alunos adultos que estavam cursando o 2º período. Por meio de consentimentos livres e esclarecidos, o professor e os alunos nos autorizaram a realizar a pesquisa naquele ambiente. A disciplina era ministrada em quatro

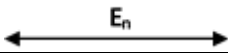
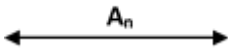
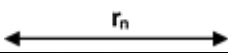
<sup>2</sup> Tal expressão, assim como em Mozzer (2008), foi apresentada em inglês por não existir uma boa tradução em português que expresse adequadamente o significado de “*constraint*” nesta expressão.

aulas semanais (50 min/aula) concentradas em um único turno e dia da semana. Não conseguimos acompanhar e registrar todas as aulas ministradas durante o semestre letivo, em função de diversos fatores alheios à nossa vontade. Registramos sete encontros semanais, totalizando 822 minutos de gravação.

Seguindo a orientação da pesquisa realizada por Kress *et al* (2001), usamos duas câmeras de vídeo. A câmera principal foi posicionada no fundo da sala de aula e foi usada para registrar as ações do professor. A segunda câmera foi posicionada na frente da sala, em diagonal, próxima ao quadro branco. Essa câmera foi direcionada para os alunos, a fim de capturar suas ações e reações às ações do professor. Em um caderno de campo, registramos várias observações a respeito das interações entre os estudantes e o professor que não tínhamos certeza de termos capturado nas gravações em vídeo ou que intuímos como sendo potencialmente importantes para nossa pesquisa. Esse caderno também serviu ao registro de comentários e hipóteses que surgiram durante nossa permanência na sala de aula.

A transcrição das falas foi realizada a partir de uma adaptação do padrão adotado por Buty & Mortimer (2008). Assim, nós utilizamos a barra / para indicar pausas breves; pausas mais longas tiveram sua duração indicada em segundos e entre parênteses; utilizamos colchetes [ ] para indicar a ocorrência de discursos simultâneos; barras duplas // para sinalizar a interrupção do discurso de um sujeito por uma enunciação realizada por outro sujeito; nos parênteses duplos (( )) nós inserimos comentários com interpretações daquilo que transcrevemos; reticências foram usadas para indicar situações em que um sujeito não completou sua enunciação; reticências colocadas entre colchetes [...] foram usadas em trechos de fala não transcritos, quer seja devido ao registro de áudio ter ficado inaudível, quer seja pelo fato do trecho em questão não ter constituído os dados analisados nesta pesquisa; pontos de exclamação (!) e de interrogação (?) foram usados para indicar, respectivamente, mudanças de entoação associadas a afirmações enfáticas e perguntas. Também adaptamos esse padrão ao apresentar as falas do professor em *itálico*, ao introduzir o **negrito** como forma de destacar enunciados que faziam menção ao domínio base da comparação e o sublinhado os enunciados associados ao domínio alvo.

O Quadro 2 a seguir apresenta os símbolos gráficos que nós criamos para representar quatro tipos de correspondências entre os domínios base (DB) e alvo (DA), todas representadas por uma seta bidirecional acompanhada de uma letra. Qualquer correspondência citada no quadro que envolva uma ênfase negativa, isto é, que privilegie a indicação de uma diferença entre os dois domínios, será identificada pela presença de um **X** sobre a posição mediana da seta bidirecional. Segundo Ferry & Nagem (2008), nesses casos, lidamos com correspondências contra-comparativas ou contra-analógicas.

DOMÍNIO BASE	TIPOS DE CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
<b>Elemento análogo</b>		<b>Elemento alvo</b>
Um dos elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre elementos (E)</i>	Um dos elementos que compõem o DA
<b>Atributos do elemento análogo</b>		<b>Atributos do elemento alvo</b>
Predicados de um elemento do DB baseados em uma única característica	<i>Correspondências entre atributos (A)</i>	Predicados de um elemento do DA baseados em uma única característica
<b>Relações de 1ª ordem</b>		<b>Relações de 1ª ordem</b>
Relações entre dois ou mais elementos do DB ou entre suas características	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade (r)</i>	Relações entre dois ou mais elementos do DA ou entre suas características

<b>Relações de ordem superior</b>	$\longleftrightarrow R_n \longrightarrow$	<b>Relações de ordem superior</b>
Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade (R)</i>	Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA

Quadro 2: Padrão de representação das correspondências para o mapeamento estrutural das comparações.

Inicialmente, os registros produzidos em vídeo e as anotações no caderno de campo nos permitiram fazer um levantamento preliminar de todas as comparações estabelecidas pelo professor durante os sete encontros semanais que acompanhamos. Neste trabalho, apresentamos um mapeamento estrutural de três comparações elaboradas pelo professor durante um episódio de aproximadamente 12 minutos.

## Resultados e Discussão

Os quadros a seguir apresentam os mapeamentos estruturais das três comparações enunciadas pelo professor durante um episódio no qual ele abordava a temperatura como um dos fatores que afetam a velocidade das reações químicas. Antecedendo cada quadro, apresentamos a transcrição verbal do trecho em que o professor estabeleceu cada comparação.

### 1ª comparação

((0'45"')) [...] *a temperatura mexe muito com a velocidade / e aí a pessoa geralmente né / abre ainda o iogurte e deixa de lado né / e depois de uma hora volta / e continua a se alimentar né / e se eu colocar na geladeira a reação volta pra trás? / ela diminui / mas o que já reagiu... / já reagiu / a geladeira não cuida disso / ((uma aluna faz uma pergunta que não pudemos escutar)) / é / na verdade não é que não pode / ... não tem muito mais efeito / não vai adiantar nada / o que é a ilusão que a pessoa tem / põe na geladeira e aí volta pra trás / como se fosse uma máquina do tempo / não é / geladeira é uma máquina de gelar / não é uma máquina do tempo / o que aconteceu / aconteceu / a geladeira não volta pra trás / é lógico que a partir daí / que pus na geladeira / a velocidade pode ser mais lenta / mas o que já reagiu / já reagiu / [...]*

1ª COMPARAÇÃO		
DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Máquina do tempo	$E_1$ $\longleftrightarrow \times \longrightarrow$	Geladeira
Tempo	$E_2$ $\longleftrightarrow \longrightarrow$	Temperatura
Função da Máquina: voltar no tempo	$r_1(E_1, E_2)$ $\longleftrightarrow \times \longrightarrow$	Função da Geladeira: reduzir temperatura sem voltar no tempo

Quadro 3: Mapeamento estrutural da comparação entre Máquina do tempo e Geladeira.

Esse primeiro mapeamento, apesar de curto e relativamente simples, evidencia o estabelecimento de uma comparação menos elaborada. Contudo, evidencia também o foco relacional dessa comparação que, portanto, pode ser compreendida como uma analogia (GENTNER, 1983). Todavia, essa comparação tem uma ênfase negativa, isto é, enfatiza uma diferença entre os domínios. Ferry & Nagem (2008) classificam esse tipo de comparação com ênfase nas diferenças como uma “contra-analogia”.

A continuação da sequência discursiva transcrita a seguir apresenta duas outras comparações que têm como base a produção de gráficos no quadro pelo professor (ver figura 1).

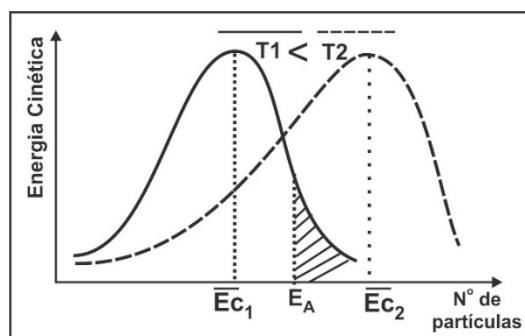
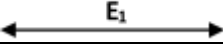
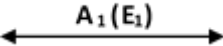


Figura 1 – Aparência final dos gráficos construídos na lousa pelo professor.

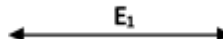
## 2ª e 3ª Comparações

((3'07")) [...] *pra vocês entenderem / o que tá acontecendo / eu preciso mostrar um gráfico um pouquinho diferente / o gráfico aqui / é relacionar da seguinte maneira / é um gráfico onde eu tenho / o valor da energia cinética / vamos pensar assim / pode ser entalpia / e aqui / o número de partículas que têm essa energia (5s) / quando eu pego / um material que está a uma certa temperatura / o gráfico / mais ou menos / tem essa característica aqui oh (8s) / ((o professor desenha no quadro uma curva de uma distribuição normal, também conhecida como curva gaussiana)) / ((2ª COMPARAÇÃO)) / **vejam / essa curva que tem a forma de sino (1s) / né / parece um sino (2s) / é uma curva que a gente chama Gauss / Gauss foi quem estudou muito essa distribuição (1s) / ((3ª COMPARAÇÃO))** isso acontece nas provas também / quando vocês fazem provas / vocês vão ter alunos que tiraram notas menores / tem alunos que tiraram notas maiores / mas a maioria dos alunos estão na média / se a gente for ver a média da energia aqui oh / essa aqui seria a energia cinética média / é aonde eu tenho a maioria das moléculas (1s) / o grande número de moléculas está próximo da média / um pouquinho antes / um pouquinho depois / poucas moléculas estão com notas mais baixas / poucas estão com notas mais... altas / mas a maioria tá muito próxima (3s) / só / que pra reagir / não é a energia cinética média / o quê que é / qual é a energia que é necessária pra reagir? (2s) / qual o nome que nós damos à energia necessária pra reagir? ((alguns alunos respondem energia de ativação)) / energia de ativação / então quando a gente olha a energia de ativação / vamos imaginar que nesse caso / a energia de ativação seja essa aqui oh (1s) / significa / que só essas moléculas que estão pra cá / podem reagir / por que que essas moléculas podem reagir? (3s) / porque essas moléculas têm energia igual / ou superior à energia de... ativação (3s) / tá claro isso? / de todas essas moléculas / só essas podem reagir / imagine o seguinte / imagine a seguinte situação / nós fizemos uma prova / aqui na sala (2s) / mas os alunos não tiveram um bom resultado (1s) / a média da turma é essa aqui / mas a média / que é considerada pra aprovação / é essa daqui / então só esses alunos daqui / que estão com nota igual ou superior à média / os sessenta por cento (1s) / tá claro? / mas a média da turma / ficou bem abaixo / da média / que é a média de aprovação (3s) / bom / vamos imaginar agora que eu aumentei a temperatura / vamos imaginar então uma nova prova que os alunos fizeram e foram melhor (1s) / então o que acontece / então eu tenho aqui uma temperatura 1 / e estou imaginando uma temperatura 1 / menor que uma temperatura 2 / então agora eu vou pegar essa mesma curva / essa mesma distribuição / pra uma temperatura maior / quando eu tenho uma temperatura maior / eu vou pôr em vermelho (3s) / eu vou ter essa situação aqui oh (5s) / olha / o que acontece / eu ainda tenho alunos que tiram nota baixa / mas é bem menor do que antes / mas a média da turma / a média da turma / é essa aqui oh / essa é a energia cinética média / na temperatura 2 / essa aqui é na temperatura 1 / aqui eu tenho a temperatura 2 (5s) / só que a média da aprovação muda de uma prova pra outra? / a energia de ativação de uma reação / é fixa / a energia de ativação ainda continua sendo essa / então agora nessa nova temperatura / quais moléculas é que podem reagir? (1s) / ora / são as moléculas que têm energia igual / ou superior à energia de ativação / que não muda / isso aqui é fixo / não muda com a temperatura / então todas essas moléculas aqui / toda essa região que eu vou marcar aqui de verde / tem as moléculas que podem reagir (3s) / então quando eu mudo a temperatura / eu não só aumento a velocidade / tem um fator a mais / o quê que aumentou? / aumentou muito o número de moléculas / que têm energia cinética igual ou superior à energia de... ativação / e se elas têm energia cinética igual ou maior que a energia de ativação / elas podem... ((alguns alunos respondem algo que não pudemos escutar)) e irão reagir / por isso / a velocidade que eu vou ter aqui na temperatura T2 / vai ser muito maior / que a velocidade que eu tinha na temperatura... T1 / vocês estão entendendo o fenômeno? / [...] ((8'37"))*

2ª COMPARAÇÃO		
DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Sino		Gráfico
Forma do sino		Forma do gráfico

Quadro 4: Mapeamento estrutural da comparação entre o Sino e o Gráfico

Essa segunda comparação é de *mera aparência*, uma vez que ela foi elaborada simplesmente com base em um atributo (a forma) dos elementos que compõem ambos os domínios. Trata-se de um tipo de comparação muito diferente da terceira, mapeada no Quadro 5 a seguir e realizada entre as notas dos alunos em uma prova e a energia cinética das moléculas em uma reação química.

3ª COMPARAÇÃO		
DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Alunos		Moléculas

Nota em uma prova	$\longleftrightarrow E_2$	Energia cinética
Prova como sistema de avaliação	$\longleftrightarrow E_3$	Reação química
Notas dos alunos em provas	$\longleftrightarrow r_1 (E_1, E_2, E_3)$	Energia cinética ( $E_c$ ) das moléculas capazes de reagir
Nota média dos alunos em uma prova na qual a turma foi malsucedida	$\longleftrightarrow r_2 (E_1, E_2, E_3)$	$E_c$ média das moléculas em uma reação química que se processa em uma temperatura mais baixa
Distribuição das notas dos alunos em torno da média	$\longleftrightarrow R_1 (r_1, r_2)$	Distribuição da $E_c$ das moléculas em torno da média
Nota mínima para aprovação dos alunos (“média para aprovação”)	$\longleftrightarrow A_1 (E_3)$	$E_c$ mínima para ocorrência da reação química (energia de ativação)
Número de alunos com nota igual ou superior à nota mínima para aprovação	$\longleftrightarrow R_2 (r_1, A_1)$	Número de moléculas com $E_c$ igual ou superior à $E_c$ de ativação
Nota média dos alunos inferior à nota mínima para aprovação	$\longleftrightarrow R_3 (r_2, A_1)$	$E_c$ média das moléculas inferior à energia de ativação da reação química
Aplicação de outra prova como uma nova oportunidade para a aprovação dos alunos	$\longleftrightarrow R_4 (r_1, r_2)$	Aumento da temperatura de um sistema como nova condição para a ocorrência de uma reação química
Redução na quantidade de alunos com notas inferiores à nota mínima, na segunda prova aplicada	$\longleftrightarrow R_5 (R_1, R_4)$	Redução na quantidade de moléculas com energia inferior à energia de ativação, na temperatura mais elevada
Aumento da nota média dos alunos na segunda prova	$\longleftrightarrow R_6 (R_1, R_4)$	Aumento da energia cinética média das moléculas, na temperatura mais elevada
Conservação do valor da nota mínima que serve de critério para a aprovação dos alunos	$\longleftrightarrow R_7 (A_1, R_4)$	Conservação do valor da energia de ativação para a ocorrência da reação química
*Aumento da quantidade de alunos com nota igual ou superior à nota mínima para aprovação	$\longleftrightarrow R_8 (R_2, A_1, R_4)$	Aumento da quantidade de moléculas com energia cinética igual ou superior à energia de ativação
* A relação $R_8$ não foi enunciada, explicitamente, pelo professor a respeito do domínio base.		

Quadro 5: Mapeamento estrutural da comparação entre as notas dos alunos em uma prova e a energia cinética das moléculas em reação.

O mapeamento estrutural elaborado para a 3ª comparação nos permite afirmar que, nesse caso, estamos diante de uma analogia. Por meio de um alinhamento estrutural entre os dois domínios, o mapeamento revelou duas correspondências envolvendo relações de primeira ordem e oito correspondências que nos remetem a relações de ordem superior, isto é, ao estabelecimento de relações entre relações. O Quadro 5 também deixa evidente que há poucas correspondências entre elementos ou entre atributos de elementos nos dois domínios. Essa é uma característica que Gentner (1983) utiliza para distinguir uma analogia de outros tipos de comparação.

## Considerações finais

Ao restringirmos nossos dados ao modo de comunicação verbal-oral usado pelo professor, damos poucas informações sobre o que ele fez nas longas pausas indicadas entre parêntesis e não mostramos quais são os outros recursos expressivos que ele utiliza. Essa restrição decorre do limite do número de páginas para apresentação deste trabalho que nos levou a nos concentrar no mapeamento das comparações identificadas no episódio transcrito. cremos que nosso trabalho mostra o potencial desse mapeamento para o entendimento, tanto das diferenças entre os vários tipos de comparação utilizados por professores em sala de aula, quanto da grande complexidade das relações estabelecidas no interior de uma analogia. A nossa investigação sugere que é justamente essa complexidade estrutural que, intuitivamente, leva o professor a orquestrar múltiplos modos de comunicação na produção e uso de comparações como

mediadores da compreensão dos estudantes sobre temas das ciências, tal como mostramos na pesquisa mais ampla da qual o trabalho aqui recortado faz parte.

## Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Grupo de Estudos em Analogias e Metáforas na Tecnologia, Educação e Ciências (GEMATEC) do CEFET-MG pelas contribuições e pelo apoio. Agradecemos também à FAPEMIG.

## Referências

- PAULA, H. F.; VANESSA, A. C. Gestures, actions and words in a Biology Classroom. Artigo submetido à revista **Science Education**, em março de 2015.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.6, n.3, 2006.
- BUTY, C.; MORTIMER, E. F. Dialogic/Authoritative discourse and modeling in a high school teaching sequence on optics. **International Journal of Science Education**, v.30, n.12, 2008, p.1635-1660
- DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. **Science Education**, 79(3), 1995, p.295-312.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de Biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 4, n.2, 2002.
- FERRY, A. S.; NAGEM, R. L. Analogias & Contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**. V3(1), 2008, p.7-21.
- FONSECA, V. A. C. Interações multimodais em uma sala de aula de Biologia. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014 [Dissertação de Mestrado].
- GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, 1983, p.155-170.
- HARRISON, A. G., & TREAGUST, D. F. Teaching and learning with analogies: friend or foe? In P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Eds.), **Metaphor and Analogy in Science Education** (p. 11-24). Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2006.
- HOLYOAK, K. J., & THAGARD, P. Analogical mapping by constraint satisfaction. **Cognitive Science**, 13, 1989, p. 295-355.
- KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. **Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom**. London: Continuum, 2001
- MOZZER, N.; JUSTI, R. A elaboração de analogias como um processo que favorece a expressão de concepções de professores de Química. **Educ. Quím.**, 24 (núm. extraord. 1), 2013, p.163-173.
- POZZER-ARDENGHI, L., & ROTH, W-M. On performing concepts during science lectures. **Science Education**, 91, 2007, p. 96-114.
- TANG, K. S., TAN, S. C., YEO, J. Students' multimodal construction of the work-energy concept. **International Journal of Science Education**, 33, 2011, p. 1775-1804.