

O USO DE ANALOGIAS E METÁFORAS EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO SUPERIOR: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

THE USE OF ANALOGIES AND METAPHORS IN HIGHER EDUCATION PHYSICS CLASSES: SOME CONSIDERATIONS

Fernanda C. Bozelli¹
Roberto Nardi²

¹Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista - UNESP Campus de Bauru. [ferboz@fc.unesp.br]
Apoio: FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

² Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências - Professor Adjunto - Departamento de Educação – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência - Faculdade de Ciências - UNESP - Campus de Bauru [nardi@fc.unesp.br]
Apoio: CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

RESUMO

A literatura em Educação em Ciências mostra que metáforas e analogias são apontadas por pesquisadores como estratégias didáticas fundamentais no ensino e na aprendizagem de temas complexos pela possibilidade que elas oferecem de construir, ilustrar ou compreender um domínio científico (alvo) a partir de um domínio familiar (análogo) com base na exploração de atributos/relações comuns e não comuns de ambos os domínios. Esta comunicação mostra algumas conclusões de um estudo que acompanhou e analisou o uso e as condições de produção de analogias junto a um docente de ensino superior e seus alunos em aulas de física básica ministradas durante um semestre num curso de licenciatura em Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Analogias e Metáforas, Ensino Superior de Física

ABSTRACT

Metaphors and analogies are pointed by Science Education researchers as fundamental didactical strategies in complex subjects teaching and learning processes by the possibility they offer to build, illustrate or understanding a scientific domain (objective) starting from a familiar domain (similar) based in the exploration of both domains' common and no common attribute/relationship. We report here some outcomes of a study which observed and analyzed a professor and his students' analogy use and the production during a semester, in a undergraduate physics basic course taught in a program designed to form future High School Physics teachers, which is called "Licenciatura" in Brazil.

Keywords: Physics Teaching, Analogies and Metaphors, Higher Education Physics Teaching

Introdução

Ao longo dos últimos anos tem havido um crescente interesse no estudo de modelos, analogias e metáforas. Conforme afirma Borges (1998, p.7), isso se deve, em parte, aos “sinais de esgotamento de programas de pesquisas de concepções alternativas e, também à necessidade de se encontrarem novos instrumentos para superar as conhecidas dificuldades de se ensinar e aprender Ciências”, em particular, Física.

As metáforas e as analogias são apontadas pelos investigadores como estratégias didáticas fundamentais no ensino e na aprendizagem de temas complexos pela possibilidade que elas oferecem de construir, ilustrar ou compreender um domínio científico (alvo) a partir de um domínio familiar (análogo) com base na exploração de atributos/relações comuns e não comuns de ambos os domínios.

Pode-se dizer que pesquisas sobre analogias e metáforas têm se constituído numa promissora linha de investigação na área de Educação em Ciências. Algumas das investigações realizadas destacam os estudos sobre a utilização das analogias e metáforas enquanto recurso didático mediador entre os processos de ensino e de aprendizagem. Duit (1991), ao destacar o papel das analogias e metáforas na aprendizagem de Ciências, realiza extenso levantamento sobre os estudos realizados nos últimos 15 anos que envolvem a utilização das analogias e metáforas. Esses estudos (DUIT, 1991; HARRISSON e TREAGUST, 1993; DAGHER, 1995; GODOY, 2002) têm mostrado que as analogias e metáforas promovem o entendimento do que não é familiar para o que é comumente conhecido, mas ressaltam a importância em estar atento para as limitações das mesmas.

No caso específico da pesquisa em Ensino de Física, muitos pesquisadores têm mostrado interesse no levantamento de fenômenos físicos que podem ser expressamente comparados através do uso das analogias e metáforas (JORGE, 1990).

Entretanto, ainda são escassos os trabalhos encontrados na literatura sobre a elaboração e utilização de analogias e metáforas em aulas de física do ensino superior. E é este o objetivo deste estudo.

Descreve-se aqui resultados parciais desse estudo mais amplo, que acompanhou e analisou o uso e as condições de produção de analogias, por um docente de ensino superior e seus alunos, durante as aulas de física básica ministradas durante um semestre num curso de licenciatura em Física. Destaca-se aqui a interpretação de alguns dos episódios de ensino registrados.

Analogias e Metáforas na Construção do Conhecimento Científico

O crescente interesse por analogias no ensino de ciências deve-se ao fato de que estas auxiliam na compreensão de conceitos científicos aproximando dois conceitos heterogêneos.

De acordo com Cachapuz (1989), as metáforas e as analogias são, provavelmente, as formas de linguagem metafórica frequentemente mais usadas. A tarefa de relacionar conceitos através de analogias é uma parte básica do pensamento humano, visto que, no nosso cotidiano, utilizamos comumente analogias para explicar “algo” para alguém ao usar expressões do tipo “Parece com...”, “É como se fosse...”, “Imagine que...”, “É a mesma coisa que...”. Como ressalta Santos (1998) o senso comum muitas vezes não percebe é que a cognição humana já nasce dotada desse maravilhoso mecanismo e que, ademais, ele pode se constituir numa ferramenta de extrema eficácia na aquisição de novos conhecimentos. Coracini (1991, p. 137) aponta que “os conceitos metafóricos¹ estão de tal modo arraigados à nossa cultura que estruturam nossas

¹ A expressão “conceitos metafóricos” surgiu com Lakoff & Johnson (1980) quando propuseram um terceiro método de abordagem da metáfora. Além do comparatista e interacional, eles propõem o método conceitual. Este

atividades diárias e científicas de forma imperceptível e inconsciente; são, aliás, constitutivos da forma de pensar e agir de uma época”.

Como ressalta Duit (1991), é difícil fazer a distinção entre metáfora e analogia, pois autores diferentes geralmente têm conceitos diferentes em mente quando empregam estes termos. É difícil aceitar que uma analogia é diferente de uma metáfora, visto que há semelhanças entre elas, mas as mesmas são expressas de maneiras diferentes. “Uma analogia compara explicitamente as estruturas de dois domínios; indica identidade de partes das estruturas. Uma metáfora compara implicitamente, realçando características ou qualidades relacionais que não coincidem em dois domínios” (p. 651).

Dagher (1995) aponta que as analogias e metáforas podem, também, assumir várias características se inseridas em diferentes disciplinas.

Para o gramático, por exemplo, “metáfora é uma figura de linguagem”. Considerando que para o filósofo, a metáfora é chamada ‘repetição eterna’, indução’, ‘semelhança’, ‘sinônimo’, e ‘universal’. Para o cientista, a metáfora é analogia, cujos aspectos estruturais foram amenizados, ou é o ‘modelo’. [...] Para os professores de ciência, poderíamos especular que metáforas, analogias, e modelos são ferramentas para aumentar a compreensão dos estudantes sobre a ciência (DAGHER, 1995, p. 260).

Para Duit (1991), a essência de uma metáfora está nos elementos de comparação que estão escondidos. “Metáforas sempre têm algum aspecto de surpresa [...] são comparações onde à base de comparação deve ser revelada ou mesmo criada pelo destinatário da metáfora” (p. 650). Segundo Ciapuscio (2003), a metáfora produz um efeito que ao mesmo tempo em que destaca determinadas características do objeto, simultaneamente obscurece as outras. Para esta autora, o termo metáfora não é apenas usado para se referir a mensagens apresentadas em sentenças, não se refere apenas à semântica das palavras, mas tem também uma dimensão cognitiva. Ainda, segundo esta autora, a metáfora é um recurso lingüístico que supõe uma analogia implícita, onde a pessoa que a interpreta deve repor os elementos relacionados metaforicamente, percebendo que os mesmos podem substituir-se entre si.

Tais figuras de linguagem, apesar de parecerem distintas, possibilitam, respectivamente, a existência de um “trânsito” entre os conceitos prévios – fonte – e os conceitos desconhecidos – alvo, pelo qual o indivíduo é levado a reestruturar suas informações, podendo formar um novo esquema ou acrescentar novas informações àquele já formado.

Godoy (2002) aponta que o reconhecimento de uma analogia requer uma compreensão de ambas as partes envolvidas na relação e dos vários aspectos que cada uma apresenta, para poderem se identificar os aspectos em que se centra a relação. Segundo Holyoak & Thagard (1995 apud PÁDUA, 2003) o processo de geração de uma analogia pode se dar basicamente em três estágios: seleção, mapeamento e avaliação.

Geralmente quem tenta solucionar um problema seleciona um análogo fonte de sua memória (seleção), mapeia o análogo fonte sobre o análogo alvo, gerando inferências a respeito do análogo alvo (mapeamento), avalia e adapta tais inferências a fim de se dar conta dos aspectos singulares do análogo alvo (avaliação) e, finalmente, aprende algo genérico a partir do sucesso ou insucesso da analogia (aprendizado) (HOLYOAK & THAGARD, 1995 apud PÁDUA, 2003, p. 05-06).

Entende-se que tanto as similaridades quanto as limitações e as conseqüências fazem parte da estrutura de uma analogia. Nesse sentido, Pádua (2003) expressa que

método considera a metáfora um procedimento de raciocínio, pois considera “o nosso sistema conceitual ordinário, em termos do qual pensamos e agimos é metafórico por natureza” (CORACINI, 1991, p. 137).

[...] o processo analógico consiste em um movimento pelo qual o indivíduo exerce um contínuo paralelismo entre os campos fonte e alvo, identificando as diferenças e semelhanças da informação que lhe estejam sendo apresentadas e aquelas que já possui, de forma que possa compreender e aprender o novo significado, a nova representação, e construir assim uma nova estrutura ou um novo conhecimento (PÁDUA, 2003, p. 04).

No entender de Santos (1989 apud CACHAPUZ, 1989, p.129), “a originalidade da analogia está em que ela, em vez de estabelecer uma banal relação de semelhança, estabelece uma imaginativa semelhança de relação e tem, por isso, uma grande eficácia no desenvolvimento e na extensão do pensamento”.

A pesquisa: instrumentos e análise de dados

Acompanhou-se durante um semestre letivo, no período de setembro a novembro do ano de 2003, as aulas de uma disciplina de Física Geral de um Curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Pública do Estado de São Paulo. Para a seleção da disciplina, pensamos em alguns critérios, tais como:

- a aula a ser observada deveria ser de Física no Ensino Superior, pois a maioria dos trabalhos de pesquisa nesse tema, ou seja, analogias e metáforas no ensino de Física, têm sido realizados no ensino de nível médio;
- a disciplina ministrada deveria englobar a temática relacionada à Mecânica, pois a maioria dos trabalhos nesta área é realizada com temáticas como eletricidade, hidrostática, óptica, ondas;
- a escolha do período decorreu pelo fato da constituição dos dados da pesquisa estar programada para o segundo semestre do ano de 2003.

Nesta disciplina, estavam matriculados cerca de 40 licenciandos pertencentes à turma ingressante no ano de 2003. Os assuntos abordados durante o semestre referiam-se à Mecânica. Os tópicos tratados foram, na seqüência, os seguintes: Impulso e Momento Linear; Colisões; Rotações, Rolamento, Torque e Quantidade de Movimento Angular; Equilíbrio; Oscilações e Gravitação.

No período de setembro a novembro do ano de 2003, com o auxílio de gravações em áudio e em vídeo, foram observadas um total de 36 aulas. Desse total, foram excluídas as aulas utilizadas para avaliação. Os dados foram registrados com o consentimento dos participantes, que ficaram cientes que as gravações seriam utilizadas apenas para fins de pesquisa. Foi garantida a preservação da identidade de todos em caso de publicação dos resultados da pesquisa. Docente e alunos não souberam das particularidades da pesquisa, ou seja, que o estudo em andamento era sobre o uso de analogias e metáforas em sala de aula. Todas as gravações foram cuidadosamente analisadas, transcrevendo-se todos os episódios ocorridos durante aquele semestre.

Reproduzimos e interpretamos aqui três dos episódios de ensino nos quais observa-se a formulação e utilização das analogias e metáforas, tanto por parte do professor como de alguns dos alunos. O primeiro episódio foi retirado de uma das aulas, cujo tema foi “Rotação”; o segundo e o terceiro foram extraídos de duas outras aulas que tiveram como assunto “Rolamento, Torque e Quantidade de Movimento Angular”.

Episódio 1

No levantamento realizado para este estudo, percebe-se que muitas pesquisas já alertavam para o fato de que na área de ensino de Física, o que ocorre freqüentemente é a

utilização de analogias como ferramentas didáticas úteis na comparação de fenômenos (ou conceitos) semelhantes (Hermann e Schmid, 1985; Jorge, 1990). Este fato foi confirmado no seguinte episódio de ensino:

Assunto Tratado: Rotação

Alvo: Energia cinética de rotação

Análogo: Energia cinética de translação

*Prof.:... Nós vamos estudar, vamos ter que estudar um objeto em rotação. Ele também tem energia cinética associada a esse movimento de rotação e uma grandeza associada com essa energia cinética, uma grandeza importante do movimento de rotação que é o momento de inércia. **Que faz o papel nas equações desse movimento angular parecido com o que a massa faz no movimento de translação. Esse é chamado momento inércia...***

Neste caso, o professor faz uso da relação analógica entre conceitos científicos, mais especificamente, entre duas grandezas dos conceitos relacionados. O professor ressalta que o momento de inércia presente na equação da energia cinética de rotação $\left(K = \frac{1}{2} I\omega^2\right)$ “[...] faz o papel [...] parecido com o que a massa faz no movimento de translação $\left(K = \frac{1}{2} mv_{cm}^2\right)$ ”.

De imediato, ele não estabelece as relações de semelhança entre os dois conceitos, supondo que os alunos já estejam familiarizados com o análogo. Este acontecimento foi observado na pesquisa realizada por Tierney (1988) quando observou professores de Estudos Sociais e ressaltou que eles não se preocupavam em estabelecer comparações e interpretações porque pressupunham que os alunos já estavam familiarizados com o análogo.

Episódio 2

O segundo episódio foi extraído de aula que teve como tema “Torque e Quantidade de Movimento Angular”; o trecho selecionado aborda o tema “rolamentos”. Destacamos nesse episódio o fato de o professor ressaltar que o conceito “[...] é bastante simples e a matemática é bastante análoga ao que vocês já conhecem...”. Interpretamos que essa afirmação [“já conhecem”] é muito relativa, pois até que ponto pode-se afirmar que a matemática é realmente conhecida por todos os alunos dessa turma? O fato deles terem um contato anterior com a expressão em outro contexto (outro assunto), não significa que eles estivessem familiarizados com o alvo.

Assunto Tratado: Rolamentos

Alvo: Energia Cinética de Rotação

Análogo: Energia Cinética de Translação

*Prof.: [...] Se bem que a formulinha da energia cinética de rotação é [...] muito próxima da energia cinética de translação, tá certo? Onde o **momento de inércia toma o lugar da massa... momento angular, desculpa, o momento angular toma o lugar da velocidade angular, desculpa velocidade linear ao quadrado**. E essa grandeza, que nós chamamos de momento de inércia, que é uma espécie de... [que]..., mede a dificuldade de você colocar um objeto em rotação. Ela depende da massa do objeto, mas principalmente de como essa massa tá distribuída em relação ao eixo de rotação... Chamado, então, momento de inércia...*

Muitas vezes, o professor, quando faz a relação analógica, espera que os alunos consigam comparar as grandezas alvo e análoga, mas a relação que ele estabelece não aborda as características estruturais de uma relação dessa natureza. O que acontece, então, é que os alunos ficam sem entender os domínios, alvo e análogo, e tentam, através de discussões com o professor, chegar a um consenso.

Prof.: [...] *Momento de inércia é a mesma coisa... momento de inércia é uma propriedade intrínseca do objeto, tá?, mas se você quiser fazer o giro do objeto em torno do próprio eixo... tá?, a dificuldade que você vai ter, vai depender do momento de inércia. Só que o fato dele ter velocidade angular ou não vai depender de **quanta energia que você deu pra ele ou não**, mas o momento de inércia **continua lá bonitinho independente do cara ter velocidade angular ou não**.*

Aluno A₁: *Mais esse cara aqui é zero? O momento de inércia?*

[...]

Prof.: *Certo? **Se você empurrar o cara** e ele tiver velocidade, ele vai ter momento. O que é o momento? É o produto da massa pela velocidade... então o fato dele ter massa é independente dele ter momento ou não. A máxima propriedade intrínseca dele, tá?*

Aluno A₅: *Professor, o momento linear ou quantidade de movimento.*

Prof.: *Isso, isso.*

Aluno A₅: *Momento linear é a... momento de inércia.*

Prof.: *Não, momento linear é uma coisa, o produto da massa vezes a velocidade, tá? **O momento de inércia é uma coisa que parece com a massa, não parece com o momento linear.** É o momento de inércia, tá? É, os nomes são meio confusos, tá? Tomem cuidado com a nomenclatura. Vocês vão ver que...*

Aluno A₁: *Mas o momento de inércia se assemelha... quantidade de movimento angular.*

Prof.: *Não, quantidade de movimento angular é coisa diferente, depende se aquele objeto, naquele momento de inércia tem velocidade angular ou não. **Se você deu velocidade pro cara, ele tem momento angular, se você não deu velocidade pra ele, ele não tem momento angular.***

[...] *O momento... o problema é aquilo, você chama dessa medida, né? do momento de inércia. Acho que o problema dessas coisas que vocês estão falando é qual que é a medida que você tem no momento de inércia; quer dizer, momento de inércia não tem a ver com momento linear, momento de inércia é uma coisa mais parecida com a massa.*

Aluno A₄: *Professor, esses conceitos são...*

Prof.: *São paralelos, são paralelos. Só que o momento de inércia, o paralelo dele é aquilo que você falou, é a massa, ou seja, em relação ao momento angular, a verdade formalmente embutida aí, tá? Momento angular é o produto do momento de inércia pela velocidade angular. Desculpa, momento angular é o produto do momento de inércia pela velocidade angular. Vamos fazer uma grandeza que a gente chama uma das grandezas importantes da Física, que a gente chama de momento angular é o produto do momento de inércia pela velocidade angular, tá? Essa é uma grandeza importante, porque se conserva da mesma maneira que o momento linear, tá? O paralelo que nós podemos traçar aqui é do momento de inércia, é do momento de inércia com a massa, não é do momento de inércia com o momento linear.*

$$L = I.w$$

$$P = m.v$$

Aluno A₄: *Não, professor, o que eu falei é o seguinte, a massa... ele oferece dificuldade.*

Prof.: *Eu não entendi, então.*

[...]

Aluno A₄: *Aí que eu falei, eu inferi que o momento angular seria... É um tipo de uma dificuldade que eu tenho de colocar isso daí parado, de fazer o corpo parar de rodar, análogo ao momento linear.*

Prof.: *Isso! Isso!*

Aluno A₄: *Então tá certo?*

Prof.: *Beleza... É que a gente tem que ter alguns cuidados na linguagem, tá certo? De como a gente faz essas transferências pra não chegar em pontos equivocados. Presta bem atenção quando você tiver fazendo esses paralelos, tá? Uma coisa importante pra lembrar é isso daí, esse aqui é o paralelo desse cara... É esse é o paralelo desse. Eles significam coisas diferentes, tá? Mais as coisas que acontecem com relação a eles são parecidas, as grandezas angulares com grandezas lineares... tá legal? Pra quem não acompanhou aí, tá, isso aqui chama ($L = I.W$) momento angular ou quantidade de movimento angular, tá? Tomem cuidado com a nomenclatura pelo fato desse cara chamar então momento de inércia, tá? É uma salada da Física, aí. Mas vocês podem, eu acho que vocês podem conviver com isso daí, o fato de chamar momento também uma coisa que é propriedade do corpo quando ele tá parado.*

No longo trecho acima, é importante destacar que o professor, ao utilizar expressões como “se assemelha”, “são paralelos”, “são parecidas”, “muito próxima”, tenta fazer com que os alunos comparem os domínios relacionados e, dessa forma, cheguem aos aspectos principais em que está centrada a relação. A forma como o professor elabora a relação analógica fica no limite da superficialidade, o que colabora na dificuldade de entendimento do conceito.

Outro fator que colabora para o não-entendimento de uma relação analógica diz respeito à linguagem utilizada, como na passagem: “Eles significam **coisas** diferentes, tá? Mas as **coisas** que acontecem com relação a eles são parecidas”. O uso de expressões dessa natureza pode dificultar o entendimento dos alunos, pois, da forma como a relação é apresentada torna-se difícil identificar as similaridades existentes. Dessa forma, a linguagem utilizada pelo professor deve ser refletida para que passagens como “[...] A máxima propriedade intrínseca dele...”, ou como os termos descritos acima não tornem a explicação mais difícil do que já aparenta ser.

Episódio 3

Este episódio foi extraído da aula que teve como tema “Rolamento, Torque e Quantidade de Movimento Angular”. Trata-se da única aula na qual o termo analogia foi utilizado de forma explícita pelo professor. Nesta aula, ele recorre ao uso da analogia porque um dos seus alunos manifesta-se dizendo que não entendeu a explicação. O professor, diante desta situação, se vê “obrigado” a pensar em alguma estratégia que desse conta de esclarecer a explicação para o aluno. Este acontecimento mostra que a analogia é elaborada e utilizada por esse professor de forma não planejada. Por utilizar analogias de forma não programada, o professor não consegue estabelecer com clareza as semelhanças e as diferenças entre os dois domínios, alvo e análogo.

Assunto Tratado: Rolamento

Alvo: Direção da força de atrito

Análogo: Brinquedo “gira-gira”

Prof.:... *Pegaram? Então o que acontece nesse segundo caso? Nesse segundo caso, tá? Nesse segundo caso, sacou ou não?*

Aluno A₅: *Eu não consegui entender.*

Prof.: *É; não é fácil de entender.*

Aluno A₃: *A primeira parte...*

Prof.: *Deixa ver se eu consigo... (fica parado por um tempo pensando) Deixa ver se eu consigo arrumar um exemplo... Vamos supor, sabe aquele brinquedo de criança [...]que você tem? Aquele “gira-gira” que você tem?*

Aluno A₁₄: No parquinho?

Prof.: Você tem no parquinho de criança... vamos supor... o que a gente poderia pensar pra fazer uma analogia com aquele sistema ali, tá?... Vamos supor que você tá tentando empurrar aquele “gira-gira”, tá? Você tem um grupo de crianças lá. Você tem o seu sobrinho lá no “gira-gira”. Você tá tentando empurrar aquilo, pra fazer com que ele gire com uma velocidade maior, tá? Você tá tentando fazer com que o... o “gira-gira” aumente, olhando de cima, tá? Você tá aqui empurrando o sujeito, ele tem uma velocidade... Na verdade, vamos supor que você... o “gira-gira” fosse... a pessoa que tá no “gira-gira”, você ficaria parado no lugar, tá? E uma das pessoas que tá no “gira-gira” tentasse fazer... uma das pessoas que tá no “gira-gira” tentasse fazer esse aumento da velocidade pra cá, esse aumento da velocidade pra cá, dá uma aceleração angular alfa saindo do quadro, tá? Quando você tava fazendo... você tava tentando fazer o sistema empurrar. Você tava aplicando um impulso, a força que você tava aplicando no sistema era pra lá, tá?... Se você tiver parado na verdade... Vamos supor que você fica parado agora e a pessoa que tá no “gira-gira” vai tentar fazer a mesma coisa, ela vai tentar, ela, a pessoa que tá aqui no “gira-gira”, vai tentar empurrar você pra cá... tá? A pessoa que tá no “gira-gira” vai tentar empurrar você.

Aluno A₃: Pra trás, pra trás.

Prof.: Então, se você tá parado e você, por exemplo, como o chão, tá pra nós um sistema desse tá tracionando e a pessoa que tá parada lá perto do “gira-gira”, tá fazendo o papel do chão, tá? Então o que vai acontecer? A pessoa que tá parada fazendo o papel do chão e a outra que tá no “gira-gira”, a que tá no “gira-gira” vai tentar fazer uma força na pessoa que tá parada pra cá, e a pessoa que tá parada vai tentar fazer uma força no “gira-gira” pra lá.

Aluno A₁: Que é do chão, no caso, professor.

Prof.: Que é a força do chão em cima da roda, que é a força de atrito.

Aluno A₅: A pessoa que tá parada, tá empurrando o “gira-gira”?

Prof.: Não. A pessoa que tá parada, tá quietona lá e a pessoa que tá no “gira-gira” usa ela pra dar o impulso.

Aluno A₅: Ah! Entendi, professor.

Prof.: Tá, é isso que faz uma roda aí tá tracionando, tá? Então... a hora que ela faz isso daí, a força que ela exerce na... a força que a roda ou a pessoa do “gira-gira” exerce na pessoa que tá parada é pra cá, mas a força que a pessoa que tá parada exerce no “gira-gira” é pra lá. Então, a hora que a roda tá tracionando, a força de atrito faz um papel parecido com o da pessoa que tá parada no “gira-gira”, que tá rodando. Melhorou? Então a roda que tá tracionando faz uma coisa como essa... a roda que tá tracionando faz uma coisa como essa, tá? E a força de atrito na roda aí que tá tracionando, por analogia com o nosso negócio do “gira-gira”, então, eu sou uma pessoa que tá parada, eu mesmo tando parado aqui pelo fato do “gira-gira” tá querendo aumentar a velocidade dele, tá tracionando, tá certo? Eu acabo fazendo uma força, eu acabo fazendo uma força pra lá no “gira-gira” pra aumentar tanto essa como essa, tá legal?... Tá! Então, essa é a força da pessoa no “gira-gira” que tá querendo aumentar a velocidade com energia própria; o sujeito que tá lá dentro no “gira-gira” tá empurrando pra fora, tá te empurrando pra fora. Então, essa aqui desempenha o mesmo papel análogo, papel análogo que é aquela que tá lá.

Aluno A₆: O sentido do “gira-gira” tá, na verdade, contrário.

Prof.: O “gira-gira” tá girando pra lá, tá aumentando a velocidade dele pra lá, tá, cara? Pra trás, o momento circular aí no caso, ele é anti-horário, olhando de cima tá no anti-horário.

Aluno A₁: Ele aplica com uma força pra frente, pra trás, né? A pessoa pra ganhar o impulso faz uma força de atrito pra frente.

Prof.: A pessoa que tá parada, a pessoa que tá parada vai acabar exercendo uma força pra lá.

Aluno A₁₈: Professor, mas é o mesmo caso daquela roda, porque na roda o sentido tá diferente, não tá?

Prof.: *Essa... essa roda que tá aqui, tá fazendo isso.*

Aluno A₁₈: *Mas a força de atrito é a mesma?*

Prof.: *Essa roda tá fazendo isso... só que ela tá querendo aumentar...*

Aluno A₃: *Tá certo, professor? A roda tá fazendo uma força pra trás... e pra frente?*

Aluno A₁: *Mais ela tá com velocidade constante.*

Prof.: *Tô querendo aumentar a velocidade nesse sentido... Eu tô aplicando uma força num determinado sentido... aqui a única coisa que tá mudando é qual é o sentido que eu tô querendo aumentar a velocidade. Imagina se eu tivesse na outra sala lá olhando essa roda aqui! Não é uma coisa parecida com essa? Imagina se eu fosse um aluno lá da outra sala olhando essa roda aqui, que eu desenhei aqui com a mesma força de atrito, com a mesma coisa. Essa daqui apareceria ao contrário pra ele, e essa daqui, e essa aqui...*

(Alunos falando todos ao mesmo tempo tentando entender a explicação)

Prof.: *Quando ela tá passando pra cá, a força tá pra cá nesse caso...*

(Alunos falando todos ao mesmo tempo.)

Aluno A₇: *Tá rodando assim.*

Prof.: *Eu tô considerando como se fosse a força de atrito que tá rodando assim, mas ele tá acelerando pra cá. Tá aumentando a velocidade dele pra cá. Então, pra aumentar a velocidade dele pra cá, e ele... e ele roda, precisa empurrar o sujeito pra lá... Então o sujeito que tá parado vai empurrar a roda pra cá... tá? Então, quando você tá tracionando, tá? Se eu olho o sistema assim... É! Você tá vendo que aqui, na verdade, eu tô aumentando a velocidade angular, e aqui a roda tá girando nesse sentido, né?*

Aluno A₇: *É o mesmo caso, né?...*

Prof.: *É, eu não sei se com esse negócio do sujeito empurrando eu consegui simular, fazer a analogia perfeita com a roda tracionando... Você tem razão, talvez seja... Talvez seja que uma coisa é diferente da outra. Agora com certeza... Com certeza é essa que vale na primeira, tá?... Não sei quão boa foi minha analogia, depois eu vou dar uma pensada que foi meio na...*

Aluno A₁: *Na hora.*

Prof.: *Na hora. Eu vou ver se tem algum furo lá na analogia que eu fiz. Mas, com certeza, isso aqui é válido. Se você tá tentando aumentar a velocidade do esforço da roda, é diferente de você tá tentando por esforço do eixo.*

Fica evidente no trecho acima destacado, que o professor não vai para a aula com um repertório pré-definido de situações que possam servir de análogas para as situações que abordará nas suas explicações. Até mesmo porque, inicialmente o professor diz que irá “arrumar um exemplo” e acaba elaborando e utilizando uma analogia. Otero (1997), quando comparou o uso de analogias em livros didáticos com o uso de analogias em salas de aula, também chegou à conclusão de que os professores não vão para as aulas munidos de situações analógicas.

Neste caso, o professor estabelece as relações de semelhança e limitações das duas situações com certo cuidado para que os alunos compreendam a explicação. Ele procura, ao enfatizar a comparação, deixar o mais visível possível o que é análogo e o que é alvo: “[...] a pessoa que tá parada lá perto do “gira-gira” tá fazendo o papel do chão [...]”; “[...] a força de atrito faz um papel parecido com o da pessoa que tá parada no “gira-gira” [...]”. O professor vai realizando as correspondências deste tipo, até o momento em que um dos alunos se manifesta e diz que entendeu.

Fica evidente a elaboração da analogia pelo professor a partir de uma situação imprevista, não programada, quando percebeu que os alunos não conseguiram compreender a explicação inicial. Como enfatiza Stavy (1991), muitas vezes a eficácia da analogia no processo de aprendizagem depende muito da escolha de uma situação ou exemplo inicial apropriado. Nesse caso, o professor escolheu uma situação que, à primeira vista, era conhecida por ele e por apenas um dos alunos, aquele que se manifestou. Essa escolha teve um fator decisivo no final,

pois o professor se viu em um “beco sem saída” sendo “obrigado” a mencionar: “É, eu não sei se com esse negócio do sujeito empurrando eu consegui simular, fazer a analogia perfeita com a roda tracionando... Você tem razão; talvez seja, talvez seja que uma coisa é diferente da outra. Agora, com certeza... com certeza é essa que vale na primeira, tá?... não sei quão boa foi minha analogia, depois eu vou dar uma pensada que foi meio na...”. Essa passagem mostra que o professor teve consciência na utilização da analogia. Ainda assim, esse acontecimento vem apontar que os problemas encontrados na utilização da analogia muitas vezes são decorrentes da falta de programação na elaboração.

Considerações Finais

A constituição dos dados desta pesquisa ocorreu durante o desenvolvimento de uma disciplina de Física básica, num curso de licenciatura em Física, ou seja, numa situação formal de sala de aula. Nessas condições de produção, percebeu-se que o professor utilizou por diversas vezes do recurso a analogias. Em vários momentos, os alunos também contribuíram com o emprego de analogias. Em ambos os casos, as analogias foram estabelecidas de forma não programada, ou seja, espontaneamente

Embora as situações de ensino sejam, na maioria dos casos, imprevisíveis, algumas situações que provavelmente envolveriam analogias poderiam ter sido previamente pensadas pelo docente, facilitando o desenvolvimento das aulas. Ou seja, por se tratar de uma situação intencional de ensino, as analogias poderiam ter sido previamente previstas pelo docente, de forma que ficasse claro aos alunos o estabelecimento destas.

As dificuldades encontradas pelos alunos no entendimento de certas analogias, mostram também, que não se deve ficar somente com o entusiasmo da similaridade, senão realizar uma ação reflexiva sobre o significado da analogia e das limitações que ela apresenta. Para tanto, é fundamental que o docente detenha conhecimentos essenciais do tema a ser abordado, pois, só assim será capaz de ir além de comparações superficiais.

REFERÊNCIAS

- BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n.1, p.7-31, abril, 1998.
- BOZELLI, F. C. **Analogias e metáforas no ensino de Física: o discurso do professor e o discurso do aluno**. Dissertação [Mestrado em Educação para a Ciência]. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista. UNESP, Bauru, 2005.
- CACHAPUZ, A. F. (1989). Linguagem metafórica e o ensino das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n.3 , p. 117-129.
- CIAPUSCIO, G. E. Metáforas e ciência. **Ciência Hoy**, v. 13, n. 76, p. 60-66, ago/set 2003.
- CORACINI, M. J. R. F. A metáfora no discurso científico: expressão de subjetividade? In: **Um fazer persuasivo: o discurso subjetivo da ciência**. São Paulo:EDUC/Campinas:Pontes, p. 133-147, 1991.
- DAGHER, Z. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 32, n. 3, p. 259-270.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, vol. 75, p. 649-672.

- GODOY, L. A. Sobre la estructura de las analogías en Ciencias. **Interciencia**, v. 27, n. 8, august, 2002.
- _____. Éxitos y problemas de las analogías en la enseñanza de la mecánica. **Journal of Science Education**, v. 3, n. 1, p. 11-14, 2002.
- HARRISON, A.G. e TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
- HERRMANN, F. e SCHMID, B. Analogy between mechanics and electricity. **European Journal of Physics**, v. 6, p. 16-21, 1985.
- JORGE, W. (1990) Analogia no ensino da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. vol. 7, n. 3, p.196-202.
- LAKOFF, G. e JONHNSON, M. **Metáforas de la vida cotidiana**. Cátedra, 1995, 286p.
- LAWSON, A. E. (1993) The importance of analogy: a prelude to the special issue. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 30, n. 10, p. 1213-1214.
- OTERO, M. R. ¿Cómo usar analogías en clases de Física? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 2, p. 170-178, 1997.
- PÁDUA, I. C. A. Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/26/trabalhos/isabelcamposaraujopadua.rtf>> Acesso em 25 de fev. de 2004.
- SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado**: Lisboa:Livros Horizonte, 1998. 262 p.
- STAVY, R. Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. **Journal of Research in Science Teaching**, v.28, n. 4, p. 305-313, 1991.