
FAMILIARIDADE DE ALUNOS DE ENSINO MÉDIO COM SITUAÇÕES ANÁLOGAS^{†*1}

Leandro Londero da Silva
Faculdade de Educação – UNICAMP
Campinas – SP
Eduardo A. Terrazzan
Centro de Educação – UFSM
Santa Maria – RS

Resumo

Este artigo relata um estudo sobre a familiaridade de alunos de Ensino Médio com situações análogas. Procurou-se evidenciar em que medida as situações análogas a eles apresentadas em atividades de ensino lhes são familiares, a partir das justificativas que deram ao avaliar tal familiaridade. Para isso, primeiramente, lançamos mão de questionários, aplicados a 112 estudantes de segundas e terceiras séries de quatro escolas das cidades de Candelária, Nova Palma e Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em continuidade, realizamos entrevistas individuais com uma amostra de 06 alunos de uma das escolas envolvidas neste estudo para aprofundar a coleta de informações. A análise de todo o material coletado revelou que: a) os alunos consideram familiares apenas as situações efetivamente vivenciadas; b) alguns estudantes geraram novos análogos, além dos já apresentados, mudando de um aluno para o outro os análogos sugeridos; c) análogos que

[†] High School student's familiarity with analogue situations

* Recebido: agosto de 2007.

Aceito: fevereiro de 2009.

¹ Artigo baseado em resultados discutidos na Dissertação de Mestrado de Leandro Londero da Silva, sob orientação de Eduardo A. Terrazzan, e apresentado originalmente no IX EPEF – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, promovido pela SBF e realizado em Jaboticatubas/MG.

parecem adequados para cientistas ou para professores, por vezes, não se mostraram dessa forma para os alunos, que os rejeitaram; d) a necessidade de justificar a familiaridade com os análogos fez com que os alunos explorassem suas experiências pessoais, em busca de outros análogos que lhes permitissem justificar os primeiros; e) as justificativas para a familiaridade partiram de fundamentações distintas; enquanto alguns recorreram a situações vivenciadas e/ou a experiências profissionais, outros apelaram a conhecimentos que se enquadram no domínio dos conteúdos escolares; f) os alunos manifestaram partilhar de conhecimentos e informações científicas, aprendidos tanto na escola como fora dela, utilizando-se deles para produzir suas respostas; g) os análogos com origem num tópico conceitual de um domínio científico específico parecem correr o risco de serem pouco familiares; h) situações análogas que mostraram-se não-familiares aos alunos de um contexto social podem ser familiares em outro contexto; i) os aspectos sócio-culturais da região em que vivem os alunos tendem a condicionar o conhecimento que eles costumam demonstrar sobre os análogos. Diante desse conjunto de evidências, sugere-se que os professores, durante o ensino com analogias, verifiquem quais análogos convêm utilizar em um determinado contexto. Recomenda-se, ainda, dar preferência a análogos presentes no cotidiano dos alunos ou por eles sugeridos.

Palavras-chave: *Analogias no ensino de ciências; ensino de Física; atividades didáticas.*

Abstract

The following paper presents a study about the student familiarity with analogue situations. In order to do this, it was determined to what extent analogue situations presented to students in teaching activities can be considered familiar as well as their justifications given to evaluate the familiarity. Then, firstly were used some questionnaires that were applied to 112 second and third grade students of four High Schools in Candelária, Nova Palma and Santa Maria in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. After that, some individual interviews with a sample of 06 students from one

of the schools involved in the study was done. The answer analysis showed that: a) the students considered familiar just the situations effectively lived; b) some students created new analogies, comparing them to the ones already presented, just changing from student to student the analogy elaborated; c) the analogues that seem appropriated to scientists and teachers sometimes were not presented in the same way to the students, once they rejected them; d) the need for justifying the analogues familiarity enabled the students to explore their personal experiences in order to find out other analogues that could justify the first ones; e) the justifications to the familiarity came from different foundations – while some students recurred to lived situations and/or professional experiences, others appeal to the knowledge classified in the school contents; f) the students showed scientific knowledge and information which were learned in and out of the school as well as they used these knowledge and informations to produce their answers; g) the analogues came from a conceptual topic of a specific scientific domain, always face the risk of being little familiar; h) in some regions, some analogue situations showed not familiar to students and familiar to others; i) the socio-cultural aspects from the region where the students live tend to condition the knowledge they use to demonstrate upon the analogues. Finally, it is suggested that teachers verify which analogues should be used in a given context. Besides that, it is advisable, during the analogy teaching, to give preference to analogues present in the students' everyday life or suggested by them.

Keywords: *Analogies in Science Education; Physics teaching; didactic activities.*

I. Introdução

As pesquisas sobre o uso de analogias no Ensino de Ciências têm espaço reservado na agenda de investigadores da área. Nas últimas quatro décadas, várias investigações sobre esse tema foram realizadas, evidenciando grande diversidade de posições teóricas e metodológicas.

Esses estudos têm analisado diferentes aspectos relacionados ao uso de analogias, seja em textos didáticos (CURTIS; REIGELUTH, 1984; GILBERT, 1989; THIELE; TREAGUST, 1995; IDING, 1997; TERRAZZAN et al., 2000; MONTEIRO; JUSTI, 2000; TERRAZZAN et al., 2005), seja por professores durante suas exposições e explicações em sala de aula (TREAGUST et al., 1992; THIELE; TREAGUST, 1994; DAGHER, 1994; DAGER, 1995; FARMAN, 1996; FERRAZ, 2001), ou ainda como base para atividades de ensino, enfocando aspectos distintos, dentre eles a habilidade para resolver problemas (FRIEDEL et al., 1990), a compreensão de textos (VOSNIADOU; SCHOMMER, 1988; GILBERT, 1989), a geração espontânea de analogias na explicação de conceitos (WONG, 1993), as possibilidades de mudança conceitual (TREAGUST et al., 1992; BROWN, 1994; DAGHER, 1994; TREAGUST et al., 1996; VENVILLE; TREAGUST, 1996), o uso de analogias múltiplas (SPIRO, 1989) e a compreensão de conceitos/fenômenos científicos (GENTNER; GENTNER, 1983; BROWN, 1992; CLEMENT, 1993; HARRISON; TREAGUST, 1993; DUPIN; JOSHUA, 1989; DUPIN; JOSHUA, 1990; HEYWOOD; PARKER, 1997; SILVA; TERRAZZAN, 2008).

No entanto, os resultados obtidos por esse conjunto de pesquisas não são convergentes. Isto porque, ao lado dos trabalhos que evidenciam resultados positivos, aparecem outros que constataam limitações do uso das analogias para o ensino.

Duit (1991), em revisão de literatura sobre o uso de analogias no Ensino de Ciências, afirma que as investigações realizadas até o ano de 1991, embora apresentem resultados desfavoráveis, contribuíram para os estudos posteriores, pois mostraram aspectos que as analogias devem contemplar, de modo a tornar a aprendizagem eficaz. Entre eles, está a familiaridade do análogo, ou seja, ele não deve ser considerado *a priori* pelo professor como sendo plenamente conhecido pelos alunos, mesmo que ele esteja, de alguma forma, presente no seu cotidiano.

Dagher (1995) também pondera que devemos conhecer as condições mediante as quais as analogias podem levar a resultados promissores, do ponto de vista didático. Uma delas é a seleção de análogos que sejam realmente do conhecimento dos alunos.

Nesse sentido, é imprescindível que o professor tenha informações sobre o grau de familiaridade dos estudantes com os análogos a serem utilizados em suas aulas, para que eles possam ser considerados efetivamente na preparação de atividades didáticas.

As situações análogas estudadas nesta pesquisa fazem parte das Atividades Didáticas baseadas em Analogias que constituem um dos acervos do Núcleo de Educação em Ciências e são produtos desenvolvidos no âmbito do Projeto de Pes-

quisa “Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações para o Ensino de Ciências Naturais - LFC”. No anexo 1 estão indicadas as analogias utilizadas, tendo estas sido coletadas, adaptadas e/ou criadas ao longo do desenvolvimento do referido projeto, conforme indicações das fontes de referência.

Uma das ações de pesquisa desenvolvida no âmbito do projeto mencionado no parágrafo anterior se refere ao estudo das contribuições e das limitações do uso de Atividades Didáticas Baseadas em Analogias para o ensino de conteúdos conceituais no tratamento de assuntos de Física no Ensino Médio. Para tanto, é fundamental conhecer a familiaridade dos aprendentes em relação às situações análogas a serem utilizadas. Neste trabalho, estudamos a familiaridade de estudantes com diferentes situações que foram apresentadas e as justificativas que deram ao avaliar tal familiaridade. A intenção de pesquisa era responder à seguinte questão: “Em que medida as situações análogas apresentadas aos alunos, em atividades de ensino, podem lhes ser consideradas familiares?”

II. Os caminhos percorridos

Para o desenvolvimento das ações investigativas, estabelecemos duas etapas.

Para investigarmos a familiaridade dos alunos com os análogos, inicialmente lançamos mão de questionários, aplicados a alunos de segundas e terceiras séries de quatro escolas da rede de Ensino Médio do Rio Grande do Sul, nas cidades de Candelária, Nova Palma e Santa Maria (apêndice 1). Esses alunos foram submetidos a um questionário escrito, no qual eram solicitados a indicar se diferentes situações análogas lhes eram familiares e a apontar justificativas para isso. Consideraremos como familiares as situações anteriormente conhecidas, por terem sido estudadas, vivenciadas ou praticadas. Nossa intenção é saber se alunos de Ensino Médio conhecem determinadas situações análogas, para que estas possam ser efetivamente utilizadas quando do uso de analogias em aulas de Física.

O questionário (apêndice 2) aplicado no início do ano letivo de 2004 englobou uma variedade de situações que costumam ser utilizadas no ensino com analogias para introduzir a aprendizagem de diversos conceitos/fenômenos/processos. As situações consideradas eram mencionadas de maneira muito geral, a fim de permitir a livre opinião sobre elas, por parte dos respondentes.

Deixamos a critério dos professores que colaboraram com essa investigação a escolha das turmas em que iríamos aplicar os questionários. Em conversas prévias, os professores afirmaram que as turmas escolhidas foram aquelas em que

havia alunos “mais esforçados” e “comprometidos” com o processo de aprendizagem. Nessas conversas, combinamos as datas da aplicação e os procedimentos a serem seguidos. A aplicação ocorreu em um período de tempo de aproximadamente 40 minutos, em uma aula de cada professor colaborador. Com o procedimento de aplicação em sala de aula, pensamos em conseguir a maior amostra possível de questionários respondidos.

Nas datas marcadas, os professores entregaram um questionário para cada aluno, juntamente com uma folha de papel pautado, onde eles deveriam responder às questões. Conforme combinado, os professores realizaram a leitura, para os alunos, dos objetivos do questionário e dos procedimentos para respondê-lo.

O questionário foi respondido por cento e doze estudantes, que era o total de alunos que estavam presentes nas datas de aplicação.

Em uma segunda etapa, realizamos entrevistas individuais com uma amostra de 06 estudantes de uma das escolas envolvidas neste trabalho. A definição do número de entrevistados procurou equilibrar as disponibilidades dos alunos e do entrevistador, de modo a conseguir uma quantidade suficiente de informações para nosso propósito e dentro do tempo de realização do estudo. Com uma entrevista do tipo estruturado, procurávamos um aprofundamento acerca das diversas justificativas apresentadas nas respostas ao questionário sobre a familiaridade das situações tratadas.

Os seis alunos foram escolhidos de forma aleatória, em sorteio realizado pelo professor da turma (LLS), entre os mais assíduos nas primeiras semanas do ano letivo de 2004. O sorteio foi realizado em sala de aula com a participação dos alunos da turma, precedido de um relato geral sobre os motivos para a entrevista, de forma a garantir o consentimento dos sorteados para sua realização.

Após o sorteio, solicitamos que os alunos comparecessem na escola, em horário e data previamente consensuados para a entrevista, com o objetivo de não comprometer a presença deles nas demais disciplinas. Assim, escolhemos o período vespertino, pois os alunos sorteados sugeriram aproveitar o deslocamento para a escola na data marcada, não somente para a entrevista como também para a aula de Educação Física.

As entrevistas foram realizadas numa mesma data, na Sala dos Professores, conforme combinado com a vice-direção da escola. Inicialmente, reservamos um período de 40 minutos para cada entrevistado, sendo que a duração média efetiva foi de 30 minutos.

Essas entrevistas foram realizadas a partir de um breve roteiro de questões (apêndice 3) que se referiam a extratos de textos acompanhados de imagens, as

quais eram mostradas aos entrevistados como forma de estimular seu pensamento a respeito dos análogos desejados, a fim de obtermos um número maior de informações com base nas falas. Esses extratos foram retirados, em geral, de coleções didáticas, revistas de divulgação científica, artigos de periódicos científicos ou, ainda, de materiais impressos onde as analogias deste estudo foram extraídas.

III. Resultados e discussão

Após a utilização desses instrumentos, organizamos as informações coletadas, evidenciamos resultados e comentamos alguns casos que se mostraram mais significativos, acompanhados de exemplares de respostas aos questionários e às entrevistas.

III.1 Estudo exploratório baseado no uso dos questionários

Inicialmente, tabulamos o número de alunos, em valores absolutos e percentuais, que indicaram sua familiaridade ou não com os análogos que lhes foram apresentados. O quadro 1 apresenta os indicadores de familiaridade dos estudantes com as situações análogas apresentadas. Cada situação corresponde a um determinado conteúdo de ensino.

O motivo de apresentação, aos alunos, dos análogos abaixo listados é o de integrarem Atividades Didáticas baseadas em Analogias elaboradas pelos autores deste estudo.

Quadro 1 – Indicadores de familiaridade dos alunos com as situações análogas apresentadas.

Nº de Ordem	Situações Análogas/Situações de Ensino	Familiar		Não-familiar	
		Quantidade	%	Quantidade	%
01	Circuito hidráulico numa residência/ Circuito elétrico simples	58	52	54	48
02	Funcionamento de vasos comunicantes/ Eletrização por contato	37	33	75	67
03	Fluxo orientado de pessoas no corredor de um shopping center/Corrente elétrica no interior de um condutor metálico	105	94	07	06
04	Modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno/modificação da trajetória de um feixe de luz ao mudar de meio	63	56	49	44

05	Passagem de parte de uma “porção de bastões” (palitos de fósforo) caindo verticalmente sobre uma grelha horizontal (peneira de fendas)/ Passagem de parte de um feixe de luz comum incidindo num polarizador	60	54	52	46
06	Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional/Agitação térmica das partículas ou átomos da rede cristalina de um sólido	72	64	40	36
07	Energia potencial de um sistema mecânico (sistema massa-mola)/ Energia potencial de um sistema elétrico	43	38	69	62
08	Cheiro emanado de um vidro de perfume aberto/Intensidade do campo elétrico	112	100	00	00
09	Fluxo de água em um cano/ Fluxo de carga em um condutor	112	100	00	00
10	Funcionamento de uma máquina fotográfica/ Funcionamento do Olho Humano	102	91	10	09
11	“Ola” num estádio de futebol/Onda numa corda	104	93	8	07
12	Sistema Planetário/ Modelo Atômico de Rutherford	98	88	14	12
13	Pudim de ameixas ou passas/ Modelo Atômico de Thomson	58	52	54	48
14	Cebola cortada ao meio/ Modelo Atômico de Bohr	112	100	00	00
15	Água escoando por um ralo/ Carga elétrica “escapando” por uma protuberância no objeto induzido	112	100	00	00
16	Malha de um Sistema Ferroviário/ Circuito Elétrico Simples	72	64	40	36
17	Sistema Circulatório do corpo humano/ Circuito Elétrico Simples	102	91	10	09
18	Intensidade da Força Gravitacional/ Intensidade da Força Elétrica	29	26	83	74
19	Campo Gravitacional/ Campo Elétrico criado por uma carga elétrica	22	20	90	80
20	Livros alocados em uma estante/ Modelo Atômico de Bohr	112	100	00	00
21	Energia potencial gravitacional/ Energia potencial de um sistema elétrico	38	34	74	66
22	Aula como resultado da participação de alunos/ Várias cargas criando um campo elétrico resultante	112	100	00	00

Como um dos aspectos que se mostraram relevantes sobre a familiaridade dos cento e doze alunos com os vinte e dois análogos apresentados, ressaltamos as

diferenças entre os três possíveis de serem utilizados em atividades de ensino sobre circuitos elétricos, Circuito Hidráulico numa residência, malha de um Sistema Ferroviário, Sistema Circulatório do corpo humano. Destacamos que todas as situações análogas foram apresentadas de forma livre, ou seja, não ligadas a uma situação de ensino.

Primeiramente, destacamos que 48% dos alunos não consideram como familiar um circuito hidráulico numa residência (análogo 1), tradicionalmente utilizado para o ensino de circuitos elétricos. Aqueles que o consideram familiar associam-no a outras situações, tais como o circuito percorrido pela água numa usina hidroelétrica ou o sistema de direção hidráulica de um carro, como pode ser percebido nas postas transcritas abaixo.

“Uma hidrelétrica, a água faz gerar energia elétrica (com o impacto d’água)...”. (J. D.)

“Um sistema de direção hidráulica de carros, e pelo prefixo hidro deve ser algo com água...”. (M. M)

“Imagino que seja o ciclo por onde passa a água em uma usina hidráulica...”. (C. C)

Porém, quando questionados sobre a familiaridade com o simples fluxo de água em um cano (análogo 9), a totalidade dos alunos afirmou que essa situação é familiar. Isso parece mostrar que os alunos não relacionaram esses análogos, ou seja, não o perceberam como vinculado ao circuito hidráulico como um todo.

Surpreende-nos o fato de 36% dos alunos considerarem não-familiar um sistema ferroviário (análogo 16). Isso, talvez, deve-se ao fato da inexistência desse tipo de transporte na região onde vivem esses alunos. Fato semelhante pode ser percebido quando os alunos foram questionados sobre a familiaridade com o fluxo de pessoas no corredor de um “shopping center”, utilizado para o ensino de corrente elétrica (análogo 3). Embora tenha sido considerado familiar por 94% dos respondentes, há falas típicas que justificaram a não-familiaridade, conforme a reproduzida abaixo.

“Não vejo isso em meu município, mas em outras cidades, onde um grande número de pessoas circulam por um corredor em busca de algo que as atraia...”. (B. B. M)

Por fim, o sistema circulatório do corpo humano (análogo 17) foi considerado como familiar por 91% dos respondentes, como exemplificado nas justificativas reproduzidas abaixo.

“Sim, composto por vasos e veias, que saem do coração, passam por todo o corpo e voltam ao coração”. (E. A. N)

“Sim, um conjunto de líquidos contendo glóbulos brancos e vermelhos trabalhando em grande sintonia...”. (D.C.)

Em alguns casos, os alunos utilizaram outras analogias em suas justificativas, tais como:

“É como um labirinto, tendo que percorrer várias direções”. (G. Q.)

“Um circuito hidráulico”. (M.G.)

“É como se fosse um circuito de fórmula 1”. (C. M.)

Comparando os resultados desses três análogos possíveis para o trabalho didático com o assunto circuito elétrico, a alternativa mais propícia parece ser o uso da analogia como o sistema circulatório do corpo humano.

Alguns dos análogos apresentados são aqueles comumente utilizados para o estudo de modelos atômicos, ou seja, pudim de ameixas ou passas (análogo 13) para o modelo atômico de Thomson (52% de familiaridade), o sistema planetário (análogo 12) para o modelo atômico de Rutherford (88% de familiaridade) e, uma cebola cortada ao meio com as camadas representando os níveis de energia (análogo 14) ou livros alocados em uma estante com as prateleiras representando os níveis de energia (análogo 20), ambos para o modelo atômico de Bohr (100% de familiaridade nos dois casos).

Os valores de familiaridade, nesses casos, são variados. Por isso, sugerimos que sejam trabalhados os três modelos simultaneamente, que o análogo *pudim de ameixas ou passas* seja substituído pelo análogo *panetone* (análogo sugerido por um conjunto de alunos que responderam ao questionário), visto que, não faz parte do cotidiano de 48% dos alunos, e que seja dada prioridade ao análogo *livros alocados em uma estante*, já que, em comparação com o análogo *cebola cortada ao meio*, o primeiro apresenta um número maior de atributos compartilhados com o alvo correspondente (modelo atômico de Bohr).

O fato de encontrarmos 12% de alunos não-familiarizados com o sistema planetário nos é surpreendente, uma vez que esse assunto tradicionalmente faz parte dos currículos escolares.

Quanto aos análogos utilizados para introduzir a aprendizagem do conceito de campo elétrico, nossa expectativa inicial era que o cheiro emanado de um vidro de perfume aberto (análogo 08) fosse considerado familiar, o que foi confirmado pelos respondentes ao questionário (100% de familiaridade). Todavia, esse análogo é válido para discutir o campo elétrico criado por uma carga elétrica, não sendo possível com ele abordar a discussão do campo elétrico resultante criado por várias cargas elétricas, caso em que é necessário considerar o princípio da super-

posição. Por isso, sugerimos o uso da situação aula como resultado da participação de alunos (análogo 22).

Talvez possa parecer surpreendente o fato do campo gravitacional (análogo 19) ter se mostrado familiar apenas a 20% alunos, na medida em que esse assunto faz parte do discurso tradicional em aulas de Física. Isso remete para o cuidado que se deve ter com o uso de analogias internas, ou seja, transportadas de um assunto para outro internamente à própria Física.

Para o ensino do processo de eletrização por contato, utilizamos como análogo o funcionamento de vasos comunicantes (análogo 2). Porém, esse estudo mostrou que tal situação foi considerada não-familiar por uma quantidade expressiva de alunos (67%), o que evidencia que uma situação já estudada não garante a sua efetividade como análogo. Fato semelhante foi constatado em outras situações apresentadas, conforme os valores de não-familiaridade obtidos: energia potencial de um sistema mecânico/sistema corpo-mola (62%, análogo 07), intensidade da força gravitacional (74%, análogo 18), campo gravitacional da Terra (80%, análogo 19) e energia potencial gravitacional (66%, análogo 21).

A modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno (análogo 04) foi considerada como familiar para 56% dos alunos; no entanto, a maioria deles faz menção apenas à modificação da trajetória e poucos se referem à mudança na velocidade. Os que fazem referência à mudança na velocidade associam-na corretamente ao atrito existente. Essas constatações estão exemplificadas nos trechos reproduzidos abaixo.

“Depende do terreno que está, podendo estar molhado ou seco, com isso modifica toda sua trajetória”. (D. S.)

“...é como um carro, andando numa estrada asfaltada e ir para uma não asfaltada, conseqüentemente o carro deverá andar com menor velocidade, pois tem mais atrito”. (G. Q.)

Finalmente, é importante observar que os análogos considerados como mais familiares pelos alunos foram aqueles vivenciados no seu cotidiano, o que é bastante razoável de se esperar e está de acordo com o tipo de analogia classificada, por Queiroz (2000), como “vivenciada”. Isso pode ser verificado pelos valores de total familiaridade (100%) encontrados nas situações 8, 9, 14, 15, 20 e 22 aqui apresentadas, bem como em outros três casos de familiaridade alta: fluxo orientado de pessoas num corredor de um shopping center (análogo 03) com 94%, funcionamento de uma máquina fotográfica (análogo 10), 91%, e a “Ola” em um estádio de futebol (análogo 11), 93%.

III.2 Evidências obtidas com as entrevistas

Na continuação, apresentamos as justificativas dos seis alunos entrevistados para considerarem determinados análogos familiares. Esperávamos que os alunos apresentassem em suas falas aspectos envolvidos nas situações apresentadas como, por exemplo, atributos funcionais e estruturais que pudessem justificar a familiaridade.

Assim, mostramos os casos que nos pareceram mais significativos, reproduzindo os trechos mais expressivos das falas, procurando aproximar o leitor de um conjunto de elementos para avaliação dos resultados apresentados. As justificativas que conseguimos organizar, por meio das informações coletadas na entrevista, estão apresentadas aluno por aluno, sendo que a ordem de apresentação segue a cronologia das entrevistas. Para preservar a identidade dos entrevistados, usamos siglas com suas iniciais, ou seja: UDVJ, APM, JFR, CGGR, LWO, LCC.

Ao perguntamos a UDVJ a justificativa para considerar um circuito hidráulico (análogo 01) familiar, ele utiliza aspectos relacionados a suas experiências de vida (curso realizado no SENAI); da mesma forma, quando foi questionado sobre o fluxo de água em um cano (análogo 09) e sobre o sistema ferroviário, trabalho efetuado e viagem realizada, (análogo 16), como percebemos em suas falas, abaixo reproduzidas.

“Já ouvi falar no curso de mecânica do SENAI e lá foi discutido várias coisas. É familiar por causa do curso que eu fiz. Tem bomba d’água”.

“Sim, porque eu já trabalhei também como instalador de cano, já instalei bastante, já trabalhei como encanador, consertava, colocava junta, joelho, tinha que fechar o registro. Considero familiar em virtude de meu trabalho”.

“Eu já viajei muito de trem, fui daqui a Cacequi de trem, os trens ficam na estação ferroviária, que agora está detonada; agora eles não ficam, lá tem trilhos, locomotiva e dois vagões. E nas cidades grandes tem trem para tudo quanto é lado, trem e metrô para mim é a mesma coisa, quase; anda em cima de trilho, para mim é trem”.

Ao ser questionado sobre o sistema circulatório humano (análogo 17), UDVJ afirma que este sistema também é familiar, como indica sua resposta:

“Já ouvi falar. Sim, é familiar; se não corre sangue por ti tu não pode viver. É formado por várias veias, corre sangue, é constituído de glóbulos brancos, vermelhos”.

O segundo entrevistado foi APM. Esse aluno apresentou maior número de argumentações e justificativas aos questionamentos. APM considerou o circuito hidráulico (análogo 01) familiar, justificando com o fato de toda residência possuir um, como verificado na fala abaixo.

“Toda casa tem um, a água passa por ele porque ela vem de um ponto mais alto...; é como nos vasos comunicantes, ela tem que se juntar até a pressão tem que ser igual dos dois lados ou alguma coisa assim; aí a água vem escoando, ela não chega a ter um equilíbrio, daí ela sai com uma certa pressão na torneira. O professor explicou uma vez, acho que foi no segundo ano. É constituído por canos interligados, entre eles e líquido passando por dentro deles”.

Na justificativa de APM, percebemos maiores argumentos para considerar a situação familiar. Esse aluno relaciona a situação apresentada com o fluxo de líquidos em vasos comunicantes, mencionando a pressão nos vasos e a pressão quando a água sai na torneira. No entanto, quando perguntamos se considerava o funcionamento de vasos comunicantes (análogo 02) familiar, ele respondeu:

“Não considero familiar, porque não é uma coisa assim que eu convivo com ele, ou vejo todos os dias. Só vejo em exercícios de Física e desenhado nas folhas (livros)”.

Ao ser questionado sobre a sua familiaridade com o cheiro emanado de um vidro de perfume aberto (análogo 08), APM afirma:

“É, eu já vi um aberto, se ele tiver aberto ele tá vaporizando, tá saindo de dentro dele, daí se deixar muito tempo, dependendo do conteúdo do perfume, ele vai vaporizar. Estou julgando familiar o que eu já vi”.

Nessa fala, assim como na anterior, o aluno deixa explícito o critério que está utilizando para considerar o análogo familiar, ou seja, somente o que visualizar/vivenciar será considerado familiar para ele.

Quando perguntamos sobre o funcionamento de uma máquina fotográfica (análogo 10), APM mostra-se bem familiarizado, relacionando com uma câmara escura e também com o globo ocular, como explicitado em sua fala.

“É bem familiar, porque eu já vi, eu sei como é que funciona, sei como é que é, é que né, embora eu tenha visto aqui na folha, mas eu já sabia que tinha a ver bem com o globo ocular; eu estou sempre verificando esses negócios de ciências assim; esses negócios das máquinas eu já sabia, é constituída de uma câmara escura e uma lente, é necessário que tenha luz em volta dela, que daí, é como para a gente enxergar, que daí os objetos refletem a luz pra lente e inverte no filme, inverte as posições. Estudei em livros, o Mundo de Beakman. Eu às vezes vou para a biblioteca ler um livro louco assim de ciências, eu queria fazer Física e trabalhar tipo essas pessoas que ficam nos observatórios. Eu tenho lido a Superinteressante, lá tem umas coisas assim”.

Assim, fica explícito o interesse pessoal de APM por assuntos de ciências, na medida em que ele procura livros e programas de televisão que abordam tais

temas, independente das tarefas escolares. Outro análogo que é familiar para APM é o Sistema Planetário (análogo 12), de acordo com a fala abaixo.

“Nós vivemos num e eu já vi várias vezes em livros e coisas que falam sobre ...; que eles estão todos unidos a uma estrela no centro, que no nosso caso é o sol, unidos por causa da gravidade, porque eles orbitam, exercem gravidade uns sobre os outros também”.

O análogo que costuma ser empregado para o estudo do poder das pontas, água escoando por um ralo (análogo 15), foi considerado familiar por APM, em virtude de sua experiência de vida na construção civil, associando a situação com uma rampa por onde escorra água derramada em sua parte superior.

“Isso vem com gravidade também, porque para um ralo funcionar tem que ter um desnível. Isso eu já trabalhei com o meu pai em construções. Quando a gente vai fazer um piso a gente faz um desnível, tem a ver com a gravidade. A gente pega uma mangueira com água dentro e tira o nível. Daí a água esco para baixo, ela vai caindo como descer uma rampa, se tu largar água numa rampa ela vai descer, eu não sei porque ela desce, eu sei que tem a ver com a gravidade”.

Quando questionado sobre o sistema circulatório humano (análogo 17), APM compara tal sistema com o circuito hidráulico, deixando claro sua familiaridade com a situação.

“É familiar. Estudei na sétima série, é bem como um sistema hidráulico, o coração exerce uma pressão no sangue que faz toda a circulação, que daí ele leva todas as células que fazem as trocas de oxigênio, daí volta pra o coração; ele tem a função de bombear. O sangue é composto por células, hemácias, glóbulos, leucócitos, as plaquetas e o plasma”.

A aluna JFR também relacionou o circuito hidráulico (análogo 01) com o circuito elétrico na primeira situação análoga apresentada.

“É familiar porque eu já ouvi falar, circuito elétrico tem a ver com condutor elétrico e hidráulico com água”.

Quanto ao sistema ferroviário (análogo 16) essa aluna o considerou familiar, embora tenha respondido que não é muito utilizado em sua cidade, fazendo referência a outras cidades nas quais seria mais familiar aos seus habitantes.

“Não fui, mas eu já vi de perto. Lá na estação ferroviária. Os vagões parados nos trilhos. Em Santa Maria, não são muito usados por pessoas, mas em POA sim, tem o metrô, lá em São Paulo também usam mais até o metrô”.

O sistema circulatório (análogo 17) também é considerado familiar por JFR; isso foi justificado pelo estudo em séries anteriores.

“Já estudei na oitava ou sétima série o corpo humano. Tem a ver com o sangue que circula nas veias, no coração, nas artérias. Todo mundo tem um”.

JFR, ao ser questionada sobre a familiaridade com o campo gravitacional (análogo 19), menciona a intensidade da força gravitacional, provavelmente já estudada pela aluna em etapas anteriores da vida escolar. No entanto, não apresenta maiores argumentações, resultando numa justificativa muito superficial.

“Está relacionado com a intensidade da força gravitacional”.

Ao perguntarmos para LWO sobre sua familiaridade com o circuito hidráulico (análogo 01), essa aluna justifica comparando-o com o sistema circulatório humano, como podemos observar na fala abaixo reproduzida.

“Tipo como o corpo humano da gente tem, nas veias tão sempre circulando o sangue, não tem por onde sair, tá sempre circulando no mesmo lugar, indo e voltando...não deixa de ser um circuito”.

Em relação ao fluxo orientado de pessoas num corredor de um shopping center (análogo 03), LWO associa essa situação com a de pessoas nas ruas, justificando a familiaridade pela situação estar presente no seu cotidiano. Fato semelhante ocorre no análogo utilizado para o ensino do fenômeno da refração, modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno (análogo 04), como observado abaixo.

“Porque não precisa estar no shopping, nas ruas tu sempre cruza com pessoas, algum lugar que sempre vá muita gente. Tá no cotidiano da gente”.

“É como se fosse um carro saindo da garagem, no caso onde tem as rodas, o eixo que conduz assim saindo da garagem para a grama para o asfalto”.

Verificamos, mais uma vez, que os alunos geram analogias ou comparam determinadas situações com outras, o que está de acordo com muitos autores, entre eles Dagher (1995), quando afirma que o ser humano é pré-disposto a pensar analogicamente, ou seja, que as analogias são próprias da cognição humana.

Em continuidade entrevistamos LCC. Essa aluna, ao ser questionada sobre a sua familiaridade com a situação de modificação da trajetória de rodas ao mudarem de terreno (análogo 04), para o estudo do fenômeno da refração da luz, argumentou:

“Que eu tenha feito isso não, mas, deixa eu ver, tipo pegar assim um palito, botar duas rodinhas e passa dela para um outro lugar? É. Porque eu pegava quando eu era menor, pegava um palitinho e botava dois botõezinhos e daí eu fazia tipo um carrinho assim sabe pra mim, daí pra mim e os meus primos quando eu brincava com eles. Então pra mim é familiar”.

No trecho acima, percebemos que LCC apresenta uma situação semelhante, vivenciada na infância, para justificar sua familiaridade com a situação apresentada. Isso está de acordo com a expectativa de que os alunos costumam recorrer a situações pessoalmente vivenciadas para atribuir a familiaridade.

Ao perguntarmos para essa aluna se considera familiar a passagem de parte de um feixe de bastões, no caso palitos de fósforo, incidindo numa grelha/peneira de fendas (análogo 05), ela expõe:

“Não. Porque eu nunca vi ninguém fazendo isso e porque e nunca fiz isso, então pra mim não é familiar”.

Perguntamos, então, se conhecia “peneira” e “palitos de fósforos”; ao qual ela respondeu:

“Sim. Eu acho que não é familiar pra mim, porque eu conheço essas coisas, mas eu nunca fiz, nunca peguei os palitos e coloquei numa peneira e fiquei...; nesse caso não seria na minha opinião”.

Nos trechos da entrevista realizada com LCC, reproduzidos acima, constatamos que, embora partes constituintes da situação sejam consideradas familiares, a aluna nunca presenciou a situação como um todo.

Quanto ao fluxo de água em um cano (análogo 09), a aluna responde:

“Água passando por um cano? É. Quer dizer, não vejo a água passando no cano porque ele é fechado, mas dá para adivinhar que ali está passando água, adivinhar não, mas ver a lógica disso”.

Essa fala indica que LCC imaginou a situação apresentada para poder justificar sua familiaridade, visto que não pode observar diretamente o fluxo de água, mas somente o cano. Nesse caso, assim como em outros, os alunos muitas vezes recorrem a imagens mentais (imaginadas) para formar “visualizações” das situações.

Como em outros casos, o sistema Planetário (análogo 12) também é considerado familiar por LCC, pela mesma justificativa dos outros alunos; ou seja, em virtude de uma visita ao planetário da Universidade Federal de Santa Maria, quando lá estudaram o assunto. Isso foi constatado no questionário e nas demais entrevistas.

“É, porque eu já tive na universidade, lá tem né o planetário. Sim, porque eu já vi, a gente foi lá, daí a gente viu tudo o que acontece, os planetas, as constelações, foi isso que a gente viu, a lua. É formado pelos planetas, o sol, a lua, os planetas ficam em torno do sol”.

Quanto ao análogo proposto para o modelo atômico de Thomson, pudim de ameixas ou passas (análogo 13), o mesmo não foi considerado como familiar por LCC. A frase abaixo indica isso.

“Seria familiar, vamos supor, se eu já tivesse comido ele, eu já comi pudim, mas não disso, então para mim não é familiar. Eu só conheço pudim de laranja, e outras coisas, mas de ameixas ou passas não. Para mim não é familiar, porque eu nunca comi dessas duas coisas, eu já comi pudim, se fosse só o pudim assim tudo bem”.

Quanto ao análogo água escoando por um ralo (análogo 15), esta aluna afirmou:

“É familiar. Se eu estou vendo é, não estou lá embaixo no ralo para ver o que acontece, mas para mim é familiar”.

No trecho acima, LCC explicita, assim como APM, uma condição para considerar a situação análoga familiar, ou seja, o fato da situação ser visível.

A energia potencial gravitacional (análogo 21) não foi considerada familiar para esta aluna, a qual relatou que era a primeira vez que estava ouvindo alguém mencionar esse termo. Essa ocorrência indica que um assunto estudado anteriormente, em outra etapa escolar, não garante a sua efetividade como análogo. Por outro lado, a situação de uma aula como resultado da participação de alunos (análogo 22) foi considerada familiar por LCC, tendo em vista a sua convivência diária neste ambiente, como é observado na sua fala abaixo.

“É familiar, porque eu convivo diariamente na sala de aula, é constituída de classes, cadeiras, quadros, alunos, professores passam coisas no quadro, explicam, falam, conversam”.

Com esses indicadores, obtidos sobre a familiaridade de um grupo de alunos em relação a um conjunto de análogos, evidenciamos alguns obstáculos que deverão ser enfrentados sempre que forem utilizados para estruturar Atividades Didáticas baseadas em Analogias.

IV. Conclusões e considerações finais

Um dos aspectos mais importantes deste estudo foi a constatação de que alguns alunos, quando solicitados a pensar sobre uma certa situação, geram novas analogias, comparando-as aos análogos já apresentados; o que mudou de um aluno para outro foram as analogias elaboradas, como nas justificativas de LWO e JFR para o circuito hidráulico, e de APM para o fluxo de água em um cano.

Com isso, é possível observar que análogos que parecem adequados para cientistas ou para professores, por vezes não se mostram dessa forma para alunos. Talvez por isso, alguns análogos tenham sido rejeitados pelos alunos como, por exemplo, o pudim de ameixas ou passas utilizado para o ensino do modelo atômico

de Thomson. Essa situação deveria fazer sentido para as pessoas no contexto histórico de sua elaboração, ou seja, na Inglaterra do final do séc. XIX, início do séc. XX. No entanto, no Brasil este análogo não costuma fazer parte do nosso cotidiano, ou seja, aqui não existe pudim de passas sendo, portanto, uma questão cultural.

Sendo assim, a necessidade de compreender/entender o significado de um determinado conceito fez com que os alunos explorassem suas experiências pessoais em busca de análogos que permitissem compreendê-los. Tais esforços conduziram ao hábito de procurar atribuir significados mediante seus conhecimentos pessoais, investindo naquele que se mostrou mais promissor.

No conjunto de dados coletados, observamos que as justificativas para a familiaridade partiram de fundamentos diferentes. Enquanto alguns alunos recorreram a situações vivenciadas e/ou a experiências profissionais, outros recorreram a conhecimentos que se enquadram no domínio dos conteúdos escolares. Eles manifestam ter conhecimentos e informações científicas, aprendidos tanto na escola como fora dela, e também se utilizam de tais conhecimentos e informações para produzirem suas respostas.

As analogias internas, ou seja, aquelas que utilizam análogos com origem num tópico conceitual de um domínio científico específico, sempre correm o risco de ser pouco familiar aos alunos. Neste estudo, isso foi verificado pelos altos índices de não-familiaridade dos alunos com os análogos provenientes de tópicos conceituais da Física.

Em determinadas regiões do Rio Grande do Sul, algumas situações análogas mostraram-se não-familiares. No entanto, em outras localidades essas mesmas situações apareceram como familiares, como ficou evidenciado nesse estudo, como quando se faz uso de sistema ferroviário ou de o fluxo de pessoas no corredor de um “shopping center”. Sendo assim, reafirmamos que os aspectos sócio-culturais da região em que vivem os alunos tendem a condicionar o conhecimento que eles costumam demonstrar sobre os análogos. Por isso, sugere-se que o professor verifique junto aos seus estudantes quais análogos convém utilizar em um determinado contexto. Recomenda-se, ainda, dar preferência a análogos presentes no cotidiano dos alunos ou sugeridos por eles, durante a realização de uma atividade didática.

Verificou-se que muitas vezes os alunos consideram familiares apenas as situações efetivamente vivenciadas, ou seja, mesmo conhecendo alguns elementos presentes em determinadas situações, eles não as consideram familiares se não tiverem contato direto pessoal com elas. Esse fato concorda com o tipo de analogia classificada como “vivenciada” por Queiroz (2000).

Por fim, pensamos que as situações que foram consideradas familiares em nosso estudo não necessariamente são os análogos mais indicados para estruturar Atividades Didáticas baseadas em Analogias. A familiaridade constitui 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, a capacidade de estabelecer correspondências entre domínios diferentes e de identificar limitações de análogos e, o mais importante, o preparo do professor para o uso adequado e consistente do uso do recurso analógico em sala de aula.

É importante lembrar ainda, que, apesar deste estudo ter sido realizado sobre situações e materiais utilizados em aulas de Física, os resultados e as conclusões formuladas certamente são extensíveis às atividades das demais disciplinas da área de Ensino de Ciências.

Referências bibliográficas

ALVES-MAZZOTTI, A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

BROWN, D. E. Using examples and analogies to remediate misconceptions in Physics: Factors influencing conceptual change. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 1, p.17-34, 1992.

BROWN, D. E. Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 201-214, 1994.

CLEMENT, J. Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students preconceptions in Physics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1241-1257, 1993.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, v. 13, p. 99-117, 1984.

DAGHER, Z. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, v. 78, n. 6, p. 601-614, 1994.

DAGHER, Z. R. Analysis of analogues used by science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 3, p. 259-270, 1995.

DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies. **Science Education**, v. 79, n. 3, p. 295-312, 1995.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 79, n. 6, p. 649-672, 1991.

DUPIN, J. J.; JOSHUA, S. Analogies and “modeling analogies” in teaching: Some examples in basic electricity. **Science Education**, v. 73, p. 207-224, 1998.

DUPIN, J. J.; JOSHUA, S. Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad: descripción y evaluación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 119-126, 1990.

FARMAN, R. Student teachers use of analogies in science instruction. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 7, p. 869-880, 1996.

FRIEDEL, A.; GABEL, D.; SAMUEL, J. Using analogies for chemistry problem solving. **School Science and Mathematics**, v. 90, p. 674-682, 1990.

FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no Ensino Médio**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GENTNER, D.; GENTNER, D. R. C. Flowing water on terming crowds: mental models of electricity. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. **Mental Models**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate Publishers, 1983.

GILBERT, S. An evaluation of the use of analogy, simile and metaphor in science texts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 26, n. 4, p. 315-327, 1989.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.

HEYWOOD, D.; PARKER, J. Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 8, p. 869-885, 1997.

IDING, M. K. How analogies foster learning from science texts. **Instructional Science**, v. 25, n. 4, p. 233-253, 1997.

MÓL, G. de S. **O uso de analogias no ensino de Química**. 1999. Tese (Doutorado) - Instituto de Química, UNB, Brasília.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 5, 2000. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm>. Acesso em: 13 fev. 2002.

QUEIROZ, G. R. P. C. **Professores artistas-reflexivos de Física no Ensino Médio**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – PUCRJ, Rio de Janeiro.

SPIRO, R. J.; FELTOVICH, P. J.; COULSON, R. L.; ANDERSON, D. K. Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In: VOSNIADOU; ORTONY, A. (Eds.). **Similarity and analogical reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

SILVA, L. L. da **As analogias no ensino de conteúdos conceituais de Física**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFSM, Santa Maria.

SILVA, L. L. da.; TERRAZZAN, E. A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 21-37, 2008.

SILVA, L. L. da; TERRAZZAN, E. (2004) Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004, Jaboticatubas. **Anais...** (CD-ROM) ISBN 85-89064-03-4.

TERRAZZAN, E. A. et al. Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 3, 2000, Porto Alegre. **Anais...** (CD-ROM, arq<eixo 2, 2224.rtf>)

TERRAZZAN, E. A. et al. Estudo de analogias utilizadas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química”. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 7, 2005, Granada, Espanha. **Anais...** (CD-ROM) ISSN: 0212-4521.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. An interpretative examination of High School Chemistry teachers analogical explanations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 3, p. 227-242, 1994.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. Analogies in Chemistry textbooks. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, p. 783-795, 1995.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. Science teachers use of analogies: observations from classroom practice. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 4, p. 413-422, 1992.

TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VENVILLE, G. Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 2, p. 213-229, 1996.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1997.

VENVILLE, G.; TREAGUST, D. F. The role of analogies in promoting conceptual change in Biology. **Instructional Science**, v. 24, n. 4, p.295-320, 1996.

VOSNIADOU, S.; SCHOMMER, M. Explanatory analogies can help children acquire information from expository text. **Journal of Educational Psychology**, v. 80, p. 524-536, 1988.

WONG, E. D. Understanding the generative capacity of analogies as a tool for explanation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1299-1272, 1993.

Apêndice 1

Distribuição dos questionários por escola, por professor e por turma.

Nº de ordem	Escola	Prof.	Turma	Nº de alunos na turma	Número de respondentes
01	Escola de Educação Básica Medianeira Candelária/RS	ALE	3º Médio	21	18
			2º Médio	26	23
02	Escola de Educação Básica Tiradentes Nova Palma/RS	MS	301	30	25
			201	22	19
03	Escola de Educação Básica Paulo D. Lauda Santa Maria/RS	LLS	302	32	27

Apêndice 2

Questionário para estudo da familiaridade de alunos com análogos.

Nome(opcional): _____ Turma: _____
Escola: _____ Professor(a): _____

Este questionário tem por objetivo determinar o seu grau de familiaridade com situações/assuntos que serão discutidos ou já foram trabalhados em outras etapas de sua escolarização.

Ao respondê-lo, você estará contribuindo para que o seu professor possa planejar suas aulas de uma maneira mais produtiva, pois ele estará tomando os resultados como fonte de informação para a elaboração dos planejamentos.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração em responder este questionário.

Instruções

- O nome a ser especificado no início é opcional, ou seja, não é necessário colocar, ficando a seu critério escrevê-lo.

- Abaixo é apresentada uma tabela onde especificamos, na segunda coluna, uma listagem de situações/assuntos/conceitos, etc.

- Na folha de papel almaço, entregue por seu professor, você responderá se os assuntos especificados na segunda coluna da tabela são conhecidos/familiares e apontar justificativas para a familiaridade.

Exponha, também, na folha, o seu conhecimento sobre as situações apresentadas, indicando o que você sabe/conhece sobre cada uma delas, se já estudou anteriormente, etc.

Número de ordem	Situações/assuntos/conceitos
01	Circuito hidráulico
02	Funcionamento de vasos comunicantes
03	Fluxo orientado de pessoas no corredor de um shopping center
04	Modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno
05	Passagem de parte de uma “porção de bastões” (palitos de fósforo) caindo verticalmente sobre uma grelha horizontal (peneira de fendas)
06	Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional
07	Energia potencial de um sistema mecânico/sistema massa-mola
08	Cheiro emanado de um vidro de perfume aberto
09	Fluxo de água em um cano
10	Funcionamento de uma máquina fotográfica
11	“Ola” num estádio de futebol
12	Sistema Planetário
13	Pudim de ameixas ou passas
14	Cebola cortada ao meio
15	Água escoando por um ralo
16	Malha de um Sistema Ferroviário
17	Sistema Circulatório do corpo humano
18	Intensidade da Força Gravitacional
19	Campo Gravitacional
20	Livros alocados em uma estante
21	Energia potencial gravitacional
22	Aula como resultado da participação de alunos

Apêndice 3

Roteiro das entrevistas realizadas

Nome do entrevistado: _____ Turma: _____

Esta entrevista tem por objetivo determinar o seu grau de familiaridade com algumas situações/assuntos que serão discutidos ou já foram trabalhados em outras etapas de sua escolarização. Além disso, gostaríamos de conhecer suas justificativas para considerar cada situação familiar.

Ao responder às perguntas, você estará contribuindo para o planejamento das aulas de uma maneira mais produtiva, pois tomaremos os resultados como fonte de informação para a sua elaboração.

Agradecemos antecipadamente à sua colaboração em conceder esta entrevista. Ela faz parte do nosso trabalho na UFSM e sua participação é de suma importância. Afirmamos, pois, o caráter confidencial das informações que irá nos fornecer.

Perguntas – Guia para o Entrevistador

- 1) Para você, o que é uma analogia?
- 2) Você lembra de algum professor ter utilizado uma comparação para explicar algo para você? Qual? Em qual disciplina?
- 3) E em Física? Lembra de algum professor ter utilizado alguma analogia? Qual?
- 4) Para você, quais das seguintes situações são familiares/conhecidas? Por que? Tente apontar justificativas, dizendo o que você conhece/sabe sobre cada uma das situações, se já estudou anteriormente, ou associa alguma à um conteúdo trabalhado em outra etapa escolar:
 - a) Circuito hidráulico
 - b) Funcionamento de vasos comunicantes
 - c) Fluxo orientado de pessoas no corredor de um shopping center
 - d) Modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno
 - e) Passagem de parte de uma “porção de bastões” (palitos de fósforo) caindo verticalmente sobre uma grelha horizontal (peneira de fendas)
 - f) Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional
 - g) Energia potencial de um sistema mecânico - sistema massa-mola
 - h) Cheiro emanado de um vidro de perfume aberto
 - i) Fluxo de água em um cano
 - j) Funcionamento de uma máquina fotográfica
 - k) “Ola” num estádio de futebol
 - l) Sistema Planetário
 - m) Pudim de Ameixas ou passas
 - n) Cebola cortada ao meio
 - o) Água escoando por um ralo
 - p) Malha de um Sistema Ferroviário
 - q) Sistema Circulatório do corpo humano
 - r) Intensidade da Força Gravitacional
 - s) Campo Gravitacional
 - t) Livros alocados em uma estante
 - u) Energia potencial gravitacional
 - v) Aula como resultado da participação de alunos

Anexo 1

Quadro 3 – Analogias utilizadas neste estudo e respectivas fontes de referência.

Nº de ordem	Assunto	Analogia		Fonte de referência
		Alvo	Análogo	
01	Circuitos elétricos	Circuito elétrico simples	Circuito hidráulico	ALVARENGA, B. A.; MÁXIMO, A. Curso de Física . v. 3. São Paulo: Scipione, 1997.
02	Processos de eletrização	Eletrização por contato	Funcionamento de vasos comunicantes	GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. Física para o 2º Grau . v. 3: Eletricidade, Ondas. São Paulo: Harbra, 1997.
03	Modelo de corrente elétrica	Corrente elétrica no interior de um condutor metálico	Fluxo orientado de pessoas no corredor de um shopping center	GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. Física para o 2º Grau . v. 3: Eletricidade, Ondas. São Paulo: Harbra, 1997.
04	Refração da luz	Modificação da trajetória de um feixe de luz ao mudar de meio	Modificação da trajetória de “duas rodas presas a um eixo” ao mudarem de terreno	HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with Analogies: a case study in grade-10 Optics. Journal of Research in Science Teaching , v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
05	Polarização da luz	Passagem de parte de um feixe de luz comum incidindo num polarizador	Passagem de parte de uma “porção de bastões” (palitos de fósforo) caindo verticalmente sobre uma grelha horizontal (peneira de fendas)	GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: Física . 2. ed. v. 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1990. ISBN 85-314-0115-1
06	Dilatação Térmica	Agitação térmica das partículas ou átomos da rede cristalina de um sólido	Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional	GASPAR, A. Física . v. 2. São Paulo: Ática, 2000.
07	Energia potencial elétrica	Energia potencial de um sistema elétrico	Energia potencial de um sistema mecânico – sistema massa-mola	Elaborado por LLS (um dos autores)

08	Campo elétrico	Intensidade do campo elétrico	Cheiro emanado de um vidro de perfume aberto	GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: Física . 2. ed. v. 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1990. ISBN 85-314-0115-1
09	Tensão elétrica	Fluxo de carga em um condutor	Fluxo de água em um cano	Elaborada por LLS (um dos autores)
10	Óptica	Funcionamento do olho humano	Funcionamento de uma máquina fotográfica	GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: Leituras de Física: óptica; para ver, fazer e pensar . São Paulo: IFUSP, 1998. (versão preliminar)
11	Propagação de ondas	Onda numa corda	“Ola” num estádio de futebol	GASPAR, A. Física . v. 2. São Paulo: Ática, 2000.
12	Modelos Atômicos	Modelo Atômico de Rutherford	Sistema Planetário	ARANTES, J. T. Bohr e a teoria quântica. Globo Ciência , São Paulo, v. 4, n. 48, p. 60-65, 1995.
13	Modelos Atômicos	Modelo Atômico de Thomson	Pudim de ameixas ou passas	ARANTES, J. T. Bohr e a teoria quântica. Globo Ciência , São Paulo, v. 4, n. 48, p. 60-65, 1995.
14	Modelos Atômicos	Modelo Atômico de Bohr	Cebola cortada ao meio	Elaborada por LLS (um dos autores)
15	Poder das Pontas	Carga elétrica “escapando” por uma protuberância no objeto induzido	Água escoando por um ralo	PARANÁ, D. N. Física: Eletricidade . v. 3. São Paulo: Ática, 1995. ISBN 85-262-3041-7
16	Eletrodinâmica	Circuito Elétrico Simples	Malha de um Sistema Ferroviário	DUPIN, J. J.; JOSHUA, S.: Analogies and modeling analogies in teaching: some examples in basic electricity. Science Education , v. 73, n. 3, p. 207-224, 1998.
17	Eletrodinâmica	Circuito Elétrico Simples	Sistema Circulatório do corpo humano	Elaborada por LLS (um dos autores)

18	Eletrostática	Intensidade da Força Elétrica	Intensidade da Força Gravitacional	BONJORNINO, J. R.; RAMOS, C. M. Física . v. 3. São Paulo: FTD, 1992. ISBN 85-322-0486-4
19	Campo Elétrico	Campo Elétrico criado por uma carga elétrica	Campo Gravitacional	GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física . 2. ed. v. 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1990. ISBN 85-314-0115-1
20	Modelos Atômicos	Modelo Atômico de Bohr	Livros alocados em uma estante	Elaborada por LLS (um dos autores)
21	Energia Potencial Elétrica	Energia potencial de um sistema elétrico	Energia potencial gravitacional	BONJORNINO, J. R.; RAMOS, C. M. Física . v. 3. São Paulo: FTD, 1992. ISBN 85-322-0486-4
22	Campo elétrico	Várias cargas criando um campo elétrico resultante	Aula como resultado da participação de alunos	Elaborada por LLS (um dos autores)