



Aprendizagem significativa do conceito de ressonância

Meaningful learning of resonance

Alice Assis

Universidade Estadual Paulista
alice@feg.unesp.br

Fernando Luiz de Campos Carvalho

Universidade Estadual Paulista
camposc@feg.unesp.br

Carlos Eduardo Silva de Amorim

Universidade Estadual Paulista
amorim@feg.unesp.br

Luciene Fernanda da Silva

Universidade Estadual Paulista
luciene.fernanda@gmail.com

Luiz Guilherme Lucildo da Silva

Universidade Estadual Paulista
lglucildo@gmail.com

Marcelo Schubert Dobrowolsky

Diretoria de Ensino de Guaratinguetá
mdobrowolsky@professor.sp.gov.br

Resumo

Nesta pesquisa verificamos se a interação entre o professor e os alunos, mediante a utilização da leitura de um texto alternativo, do uso de uma atividade experimental de demonstração e da apresentação de vídeos envolvendo o conceito de ressonância, em uma sala do 3º ano do Ensino Médio, propiciou a aprendizagem significativa do referido conceito. Os instrumentos para a constituição dos dados foram as transcrições das gravações, em áudio e vídeo, realizadas no decorrer da aula, bem como as avaliações escritas realizadas pelos alunos duas semanas depois. Os resultados mostraram que essa interação, mediada pela utilização das referidas estratégias, propiciou a aprendizagem significativa do conceito de ressonância. Também foi possível observar a motivação dos alunos em participarem ativamente da aula.

Palavras chaves

Ensino de física; aprendizagem significativa; ressonância.

Abstract

In this research work we verified the interaction between teacher and students through the use of reading an alternative text, the use of an experimental activity demonstration and presentation of videos involving the concept of resonance in a room on the 3rd year of teaching medium, led to meaningful learning of that concept. The instruments for the creation of data were based on audio and video records, taken during the lecture and the written evaluations performed by the students two weeks later. The results showed that this interaction, mediated by the use of these resources, led to meaningful learning of the concept of resonance. It was also possible to observe the students' motivation to participate actively in class.

Key words

Physics teaching; meaningful learning; resonance.

Introdução

Muitas pesquisas (RICARDO; FREIRE, 2007; PIETROCOLA, 2001; BARREIRO; BAGNATO, 1992) em ensino de Física têm defendido a ideia de que os conteúdos dessa disciplina sejam trabalhados de forma a superar “a mera memorização ou aplicação de fórmulas, ou ainda o acúmulo de informações com um fim em si mesmo, sem uma perspectiva posterior de mobilização em novos contextos” (RICARDO; FREIRE, 2007, p.259).

Segundo Barreiro e Bagnato (1992), a memorização de equações, mediante o processo de transmissão de conhecimentos, sem a preocupação com a reflexão, leva ao desinteresse dos alunos pelas aulas de Física, bem como a dificuldades e erros decorrentes de situações excessivamente abstratas. Desse modo, é imprescindível que as situações de aprendizagem se desenvolvam a partir de experiências significativas para os alunos. Nesse contexto, é importante que se possibilite o estabelecimento de vínculos entre os conhecimentos físicos e aqueles presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Nesse sentido, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM – (BRASIL, 2002), não deve haver uma preocupação com a abordagem de todo o extenso

conteúdo relativo a essa disciplina, mas a de buscar dar um sentido mais concreto a esse conteúdo, “discutindo possíveis encaminhamentos e suas diferentes compreensões” (p.62), ressaltando os aspectos que os tornem significativos por meio de situações que os exemplifiquem. Essa abordagem pode viabilizar a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963) dos referidos conteúdos por parte dos alunos.

Para propiciar a aprendizagem significativa, essa abordagem deve instigar a participação dos alunos, levando-os à construção e reconstrução de ideias. Para tanto, podem ser utilizadas estratégias tais como: leitura de textos alternativos, atividades experimentais de demonstração e apresentação de vídeos.

Nesta pesquisa buscamos verificar se a interação entre professor e alunos, mediante a utilização dessas estratégias, propiciou a aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos.

Pressupostos teóricos

Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conceito incorpora-se em um conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aluno, relevante ao assunto em questão, denominado de subsunçor. Ou seja, aprender significativamente implica em uma interação entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva.

Assim, para que ocorra aprendizagem significativa, é necessário que a atividade utilizada durante a aula seja contextualizada e articulada aos conceitos prévios do aluno, que sejam relevantes para o tema que se deseja aprendido. De acordo com a teoria de aprendizagem significativa, o novo conhecimento deve se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva (de modo não literal) com aquilo que o aprendiz já sabe (MOREIRA, 1997). Para tanto, é necessário ainda que aluno esteja “predisposto” a aprender (MOREIRA, 1997).

Dessa forma, o papel do professor, a fim de viabilizar a aprendizagem significativa, envolve algumas tarefas fundamentais apontadas por Moreira (1999), tais como: - identificar os subsunçores relevantes, que o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva, para a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado; - dentre esses subsunçores, identificar os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do estudante; - utilizar recursos facilitadores que auxiliem o estudante a assimilar a estrutura conceitual do conteúdo trabalhado e “organizar sua própria estrutura cognitiva”, mediante a “aquisição de significados claros, estáveis e intransferíveis” (p.162).

Nessa perspectiva, podem ser utilizados o princípio da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. No caso da diferenciação progressiva, o professor deve partir de “conceitos mais gerais e inclusivos” (MOREIRA, 1997, p.34) para os mais específicos, apresentando progressivamente detalhes e especificidades do conteúdo trabalhado.

A proposta desse princípio, segundo Ausubel (1978 apud MOREIRA, 1997, p.35), é baseada em duas hipóteses:

- 1) é menos difícil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas;*
- 2) a organização do conteúdo de um corpo de conhecimento na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica na qual as idéias mais inclusivas estão no topo da*

estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados (p.35).

A apresentação do conteúdo de forma gradual, de acordo com essas hipóteses, é uma forma de facilitar a aprendizagem significativa.

Quanto à reconciliação integradora, é necessário “explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (MOREIRA, 1997, p.35).

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são considerados, nesse caso, “princípios programáticos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa” (MOREIRA, 1997, p.35).

Entre as estratégias que podem facilitar a tarefa do professor no sentido de propiciar uma abordagem fundamentada nesses princípios, a fim de viabilizar a aprendizagem significativa, destacamos a leitura de textos alternativos, o uso de atividades experimentais de demonstração e a apresentação de vídeos. O uso dessas estratégias pode viabilizar a aprendizagem significativa, desde que os materiais a eles associados sejam “potencialmente significativos” (MOREIRA, 1997, p.18) para os alunos, isto é, passíveis de se relacionarem de forma não-arbitrária e substantiva com os seus subsunçores. De acordo com o modelo de ensino de Gowin (1981 apud MOREIRA, 1997), há uma “relação triádica entre professor, materiais educativos e aprendiz” (MOREIRA, 1997, p.32). Para ele, o compartilhar significados entre professor e alunos acerca de um determinado objeto, caracteriza um episódio de ensino e aprendizagem. Assim, em um episódio de ensino, por meio de materiais educativos, o professor atua intencionalmente a fim de modificar significados da experiência do aluno.

Com relação à leitura de textos alternativos, vários pesquisadores (ALMEIDA; QUEIROZ, 1997; TERRAZZAN, 2000; ANGOTTI, BASTOS; MION, 2001; SILVA; ALMEIDA, 2003; ASSIS, 2005) têm destacado o uso dessa estratégia metodológica no ensino de Ciências como eficaz no que diz respeito à articulação entre conceitos científicos básicos e a realidade do aluno, característica essa que pode facilitar a aprendizagem significativa, mediante a articulação entre os conhecimentos relevantes presentes em sua estrutura cognitiva e os novos conceitos a serem trabalhados por meio da leitura do texto. É importante ressaltar que consideramos textos alternativos quaisquer textos que não sejam didáticos, tais como os paradidáticos, os de divulgação científica (SILVA; ALMEIDA, 2003), bem como os elaborados pelos próprios professores.

Segundo ASSIS e TEIXEIRA (2003), “a criação do hábito de leitura nas escolas é fundamental, tanto para um aprimoramento das atividades pedagógicas utilizadas pelo professor, como para a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos científicos” (p.3). Nesse sentido, a utilização da leitura de textos alternativos em aulas de Física

pode mediar a: - compreensão dos conceitos trabalhados de modo mais contextualizado; - articulação de diversos conceitos científicos; - articulação dos conteúdos com a realidade do aluno; - formação do aluno enquanto indivíduo crítico, reflexivo e criativo; - capacidade de ler e interpretar textos (ASSIS, 2005, pp. 245-246).

Com isso, trabalhar a competência de leitura em aulas de Física pode propiciar o desenvolvimento da capacidade de interpretação, bem como a compreensão dos

fenômenos físicos de forma contextualizada, o que viabiliza que se desperte o interesse e a motivação do aluno em aprender.

No que se refere ao uso de atividades experimentais de demonstração, os PCNEM (BRASIL, 2000) destacam a necessidade de que os experimentos assumam uma função pedagógica na escola média, no sentido de viabilizar a aprendizagem significativa dos conteúdos. Para tanto,

as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de idéias. Dessa forma, os dados obtidos em demonstrações, em visitas, em relatos de experimentos ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades (BRASIL, 2000, p.36).

Uma pesquisa realizada por Barreiro e Bagnato (1992), em cursos de física básica, mostrou que o uso de atividades experimentais de demonstração, em conjunto com a exposição dialogada, corresponde a uma estratégia capaz de “fazer do ensino algo mais estimulante e motivador, e da aprendizagem algo significativo” (p.244).

Segundo Araújo e Abib (2003), a atividade de demonstração em sala de aula possibilita a ilustração de fenômenos físicos, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas. Os autores afirmam ainda que,

as atividades de demonstração abertas incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos da atividade, e a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.181).

Nessa perspectiva, é importante ressaltar o papel do professor no sentido de orientar a observação dos alunos, uma vez que, segundo Gaspar (1997, p.11), “nenhuma experiência é auto-explicativa”. O papel do professor é o de discutir aspectos relacionados ao modelo físico explicativo, mediado pelos materiais educativos utilizados. Para tanto, é indispensável a interação social. Nesse sentido, para que professor e alunos compartilhem significados acerca desses materiais, é necessário a negociação desses significados, o que pode ocorrer por meio de perguntas e respostas. Desse modo, o professor deve incitar os alunos a perguntarem, a fim de que, nesse processo, possam articular os seus conhecimentos prévios, relevantes para o conteúdo em questão, com os trabalhados nesse contexto para que se consuma um episódio de ensino.

Com relação à apresentação de vídeos em aulas de Física, segundo Clebsch e Mors (2004), utilizar atividades de natureza lúdica, pode levar o aluno a se interessar pelo conteúdo abordado. Para Rosa (apud CLEBSCH; MORS, 2004), “o áudio e o visual podem desempenhar papel de motivação, demonstração, organizador prévio, instrumento para a diferenciação progressiva, instrumento para reconciliação integrativa, instrumento de apoio à exposição do professor” (p.326).

Elias et al. (2009) destacam a importância do uso dessas estratégias, no sentido de permitirem “que o aluno visualize o tema estudado em sala de aula”, o que pode facilitar a sua aprendizagem.

No entanto, as estratégias apontadas devem ser inseridas em sala de aula de modo a propiciar nos alunos o desenvolvimento das competências e habilidades preconizadas nos

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCEM – (BRASIL, 2000), viabilizando a aprendizagem significativa dos conteúdos trabalhados.

Acreditamos que o uso articulado das estratégias de apresentação de vídeo, leitura de texto e demonstração de experimentos pode propiciar a motivação dos alunos em participarem das aulas de física. Essa articulação propicia o aprofundamento dos conceitos, na medida em que cada uma dessas estratégias viabiliza que sejam trabalhados aspectos diferenciados associados ao mesmo conteúdo. Isso permite que os conceitos subjacentes associados a esses aspectos estejam disponíveis para que, com a mediação do professor, o aluno possa utilizá-los de forma a enriquecer os seus subsunçores.

Mediante essas considerações, neste trabalho de pesquisa, por meio do uso articulado das referidas estratégias, buscamos facilitar a aprendizagem significativa do conceito de ressonância. É importante ressaltar que, para tanto, é imprescindível que o professor promova a interação em sala de aula, de modo a levar os alunos à motivação e à participação. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), no processo de conhecimento é fundamental que a aprendizagem seja instaurada por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento.

A pesquisa

Nesta pesquisa, verificamos se a interação entre o professor e os alunos, mediante a utilização da leitura de um texto alternativo, do uso de uma atividade experimental de demonstração e da apresentação de vídeos envolvendo o conceito de ressonância, em uma sala do 3º ano do Ensino Médio, propiciou a aprendizagem significativa do referido conceito. Foi trabalhado o conceito de ressonância, pois ele fazia parte dos conteúdos referentes ao bimestre em que ocorreu a atividade.

Os sujeitos da pesquisa

A atividade foi realizada em uma sala do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede estadual de Guaratinguetá, ao final do segundo bimestre de 2009. A professora, sujeito da pesquisa, ministrava aulas regularmente para a turma, e, portanto, tinha uma vivência com os alunos. É importante ressaltar que houve um contato contínuo com essa professora, desde o ano anterior, no sentido de trabalhar a sua postura em sala de aula, a fim de propiciar a interação em suas aulas. A atividade relativa ao relato da presente pesquisa foi desenvolvida ao longo de duas aulas seguidas, totalizando 100 minutos. Participaram da atividade sete alunos da referida sala, que estavam presentes no dia de sua realização. Duas semanas após a realização da aula, os alunos realizaram uma avaliação (Apêndice I) sobre o conteúdo da aula.

Metodologia e procedimento para a constituição dos dados

Para a análise dos dados da presente pesquisa, usamos uma metodologia qualitativa, fundamentada em Bogdan e Biklen (1982), com as seguintes características dessa abordagem metodológica: – a constituição dos dados ocorreu no ambiente natural; – tem um caráter descritivo, cujos instrumentos de análise foram as transcrições das gravações em áudio e vídeo das aulas; – o interesse foi maior pelo processo do que pelo produto; – o elemento fundamental para a análise foi o significado.

Como nosso objetivo foi o de trabalhar o conceito de ressonância, consideramos que os alunos já possuíam em sua estrutura cognitiva os conhecimentos relevantes, tais como movimento harmônico simples e oscilação, para o tratamento do referido conceito, pois esses conhecimentos haviam sido abordados anteriormente.

A aula foi iniciada com a apresentação de dois vídeos que mostram a queda da Ponte *Tacoma Narrows*¹ e o rompimento de uma taça de cristal em virtude do fenômeno da ressonância. A seguir, foi realizada a leitura de um texto paradidático denominado “Latim em fuga” (Apêndice II), elaborado especialmente para ser discutido nessa aula. Cada aluno fez a sua leitura, de forma silenciosa. Após essa leitura, houve a discussão do texto. Posteriormente, foi apresentada a primeira atividade experimental de demonstração – pêndulo simples – a fim de trabalhar os conceitos de período e frequência, fundamentais para a realização do segundo experimento de demonstração, que corresponde ao pêndulo acoplado, com o objetivo de abordar o conceito de ressonância. Para dar início ao desenvolvimento dessa atividade experimental, a professora fomentou a discussão por meio de questões, a fim de fazer o levantamento das ideias prévias dos alunos e, entre elas, os seus subsunçores, mantendo o uso de questionamentos ao longo de toda a atividade, com o objetivo de evidenciar conceitos importantes para a discussão e compreensão da atividade.

Na Figura 1, a seguir, apresentamos o desenho dos pêndulos acoplados.

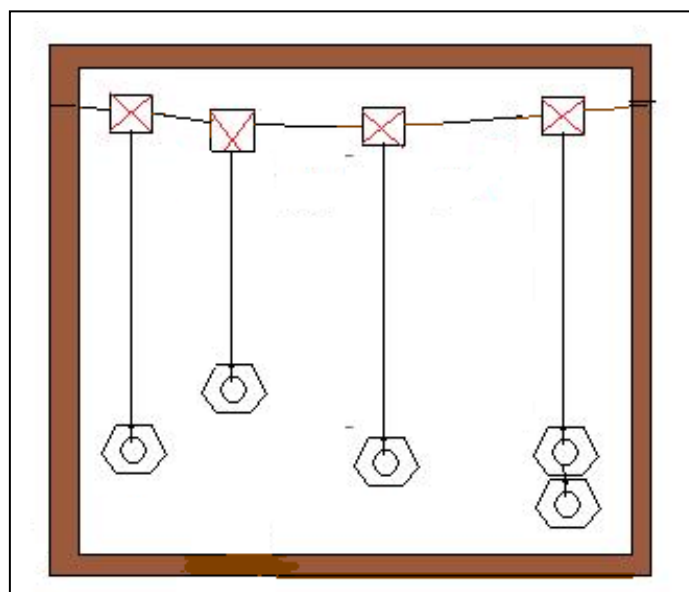


Figura 1: Desenho dos pêndulos acoplados

No decorrer da aula, a professora reapresentou os vídeos, levou os alunos a interpretar o texto e reelaborou os experimentos diversas vezes, ressaltando as características relacionadas à ressonância, bem como as semelhanças e diferenças entre os aspectos relativos a esse fenômeno, a fim de articular os conteúdos trabalhados em cada uma dessas

¹ A ponte *Tacoma Narrows* foi uma ponte construída em 1940 nos Estados Unidos, que ficou famosa pela sua grande oscilação e conseqüente colapso, na presença de ventos considerados fracos, porém, constantes, fato que gerou o efeito da ressonância. Apesar de sua trágica história, essa ponte permitiu o avanço na tecnologia de construção de pontes e viadutos, além da melhor compreensão do efeito da ressonância em construções. Fonte: <http://www.praticandofisica.com.br/pf-explica/a-queda-da-ponte-tacoma.html>. O vídeo da ponte *Tacoma Narrows* pode ser acessado em: <http://www.youtube.com/watch?v=xox9BVSu7Ok>.

estratégias. Para enriquecer a aula, a professora também lançou mão de material fotográfico – fotos de uma região após um terremoto.

Os instrumentos para a constituição dos dados foram as transcrições das gravações, em áudio e vídeo, realizadas no decorrer da aula, cujos resultados foram comparados com a avaliação realizadas pelos alunos duas semanas depois, no sentido de verificarmos se eles demonstraram aprendizagem significativa do conceito de ressonância. É importante ressaltar que a avaliação constituiu-se de cinco questões, de modo que as duas primeiras foram formuladas de forma não familiar, ou seja, foram elaboradas abordando o conceito de ressonância de forma diferente à trabalhada nos materiais utilizados em sala de aula.

Análise dos dados

Ao iniciar a aula, a professora procurou motivar os alunos para estudarem os conceitos de oscilação e ressonância. Para tanto, exibiu vídeos cujos conteúdos eram a queda da Ponte de *Tacoma Narrows* e a quebra do cristal por efeito sonoro, *Mithbusters*, respectivamente. A seguir, discutiu um texto cuja leitura e interpretação foi feita no momento da aula. Esse texto foi elaborado como parte de um projeto de pesquisa, visando a sua utilização ao se trabalhar os referidos conceitos em aulas de física. No Quadro 1, a seguir, apresentamos a transcrição desse momento inicial da aula.

Quadro 1: Transcrição do momento inicial da aula, após os vídeos da queda da Ponte de Tacoma e da quebra de um cristal por efeito sonoro.

<p>1. Professora 2.LIS 3.Professora</p>	<p>1. Bem, o tema da nossa aula é... a gente vai falar um pouco sobre pêndulo simples e a gente vai comentar também sobre fenômenos de ressonância, a gente vai ver alguns exemplos. Então, primeiro, eu vou passar um vídeo que eu peguei na internet, que é sobre a ponte de Tacoma Narrows, alguém já ouviu falar? Não?</p> <p>2. Sobre o quê?</p> <p>3. Ponte de Tacoma Narrows, nos Estados Unidos. Ela foi uma ponte que teve uma certa exposição na mídia em 1940, pois ela sofreu um desastre, ela colapsou, ela ficou assim (<i>faz gestos</i>) oscilando. A gente vai ver um vídeo que mostra ela um pouco oscilando, pra ver o tamanho que foi o desastre. (<i>exibição do vídeo</i>) Imagina você lá no meio da ponte, hein? Aí, ela caindo. Ela ficou durante horas, balançando, balançando e acabou caindo. Agora o outro vídeo que vou passar para vocês é sobre um copo quebrando, vocês já ouviram falar de quebrar a taça de cristal...? Aqui tem um vídeo que eu achei muito legal que mostra o vidro balançando. Não vou passar com som, pois o som é muito estridente. (<i>exibição do vídeo</i>) Não dá pra ver que parece uma mola? Reparem que vai começar a agitar cada vez mais, e... quebra. Agora o outro vai falar de novo sobre a coisa da taça de cristal e é do <i>Mithbusters</i>. Que tem aí a lenda que diz que dá pra quebrar a taça com a voz, e aí eles testam. E aí a gente vê que é possível. (<i>exibição do vídeo</i>) Então, não sei se vocês já chegaram a assistir <i>Mithbusters</i>. Os caras pegam vários mitos e tentam testar se aquilo é possível, né? Então, no caso eles convidaram esse cara cabeludo pra ver se ele conseguiria emitir uma nota na frequência correta e quebrar a taça que está na mão dele. Repare que enquanto ele tá lá emitindo a nota, o canudinho (dentro da taça de cristal) faz vibração, quer dizer que tem onda sonora ali no copo. Aí o vídeo mostra eles tentando várias vezes... E esse cara tenta com um amplificador e consegue quebrar. Depois a gente vai ver por que será que</p>
--	--

<p>4.Professora</p>	<p>ele consegue com o amplificador, e sem, aí, nessa parte, ele não consegue; a gente vai falar um pouco mais... Aí ó... O cara conseguiu! Vai dar um replay pra vocês verem melhor. Olha, dá pra ver um pouco do efeito do vidro vibrando um pouco... Basicamente isso, os vídeos. Bom, primeiro, vamos aí então iniciar lendo o texto e aí a gente já começa a partir do texto discutir o nosso tema. (<i>distribuição dos textos</i>) Então, cada um lê um trechinho, pode ser? Vamos lá! Quem começa...? (<i>leitura do texto "Latim em Fuga"</i>)</p>
<p>5.LIS</p>	<p>4.É um "super cat" esse Bichano hein?</p>
<p>6.Professora</p>	<p>Pra arrebentar uma porta de vidro...Bem, como eu falei: o foco da nossa aula hoje vai ser discutir pêndulo simples e falar um pouco sobre ressonância. Mas, antes pra começar a gente tem que saber o que é um sistema oscilante. Que ressonância ocorre com sistemas oscilantes. Alguém aí arrisca um palpite ai? O que é oscilar?</p>
<p>7.LUI</p>	<p>5. balançar...</p>
<p>8.Professora</p>	<p>6. Pode falar! Bem, vamos começar assim... é um movimento...</p>
<p>9.LUI</p>	<p>7. Movimento harmônico... É um movimento harmônico. Oscilar.</p>
<p>10.Professora</p>	<p>8. Movimento harmônico... É isso, movimento harmônico simples, aquela coisa de...</p>
<p>11.JEN</p>	<p>9. ...ir e voltar...</p>
<p>12.Professora</p>	<p>10. ...ir e voltar. Isso. É um movimento que vai se repetindo. Tem um padrão que vai se repetindo. No caso, ir e voltar é uma vibração. No texto, estão inseridos quatro exemplos de sistemas oscilantes. Alguém percebeu algum? (<i>alunos procuram no texto</i>) Tem alguns que estão bem disfarçadinhos, mas tem alguns que dá pra...</p>
<p>13.HEL</p>	<p>11. Da ponte...</p>
<p>14.Professora</p>	<p>12. Da ponte balançar... Que é a mesma coisa que aconteceu com o vídeo que eu passei pra vocês. Então, vou anotar aqui. (<i>escreve na lousa "Sistemas Oscilantes: 1) ponte balançar"</i>). O que mais, alguém arrisca?</p>
<p>15.HEL</p>	<p>13. Vibração da porta de vidro.</p>
<p>16.Professora</p>	<p>14. É, a porta de vidro! (<i>escreve na lousa: "2) porta de vidro"</i>). Ah! Tem um que não é tão disfarçado assim não...</p>
<p>17.HEL</p>	<p>15. Balanço.</p>
<p>18.Professora</p>	<p>16. O balanço! No balanço a gente vai e volta, vai e volta... (<i>escreve na lousa "3) balanço"</i>) Agora o último já é bem disfarçadinho... Você arrisca?</p>
<p>19.HEL</p>	<p>17. Gangorra...</p>
<p>20.Professora</p>	<p>18. Gangorra também! Isso. Vou inserir aqui junto com o balanço... Gangorra. (<i>escreve na lousa: "gangorra"</i>) E o quarto... aparece no início...</p>
<p></p>	<p>19. Televisão.</p>
<p></p>	<p>20. É, televisão! (<i>escreve na lousa: "4) televisão"</i>) Nossa, mas televisão vai e volta...? Num movimento oscilante? Bem, a gente vai discutir isso melhor mais pra frente. Bem, pra gente ver melhor um pouco destes quatro aí, e ver outros exemplos também, vamos começar pelo mais simples, que é ir e voltar. Seria uma coisa meio "balanço", que é o pêndulo simples. Tenho aqui vários... O que é um pêndulo simples? É uma coisinha pendurada. Tenho várias coisinhas penduradas. (<i>mostra vários tipos de pêndulos</i>) Vou apresentar para vocês um pequeno experimento para a gente estudar esses pêndulos</p>

A professora iniciou a aula com a exibição dos filmes, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos em participarem ativamente da aula (momentos 1 ao 3). No entanto, para que isso acontecesse, seria necessário convidá-los a tal participação por meio de situações que contemplassem o seu cotidiano. Após essa tentativa, a professora trabalhou o texto (momentos 4 ao 19), instigando os alunos a buscarem nele as situações que se enquadravam

nos conceitos que ela queria abordar, articulando com os conceitos trabalhados a partir da exibição dos vídeos. Para tanto, ela se utilizou de perguntas a fim de direcionar a interpretação do texto pelos alunos. Isso levou os alunos LIS e LUI a explicitarem alguns subsunçores relevantes, presentes em sua estrutura cognitiva, para o tratamento do conceito de ressonância (momentos 5, 7 e 9). O subsunçor presente na estrutura cognitiva de LUI (Movimento Harmônico Simples) é decorrente de conteúdos trabalhados em aulas anteriores. Levou ainda os alunos JEN e HEL a colocarem exemplos relevantes associados ao conceito de ressonância (momentos 11, 13, 15 e 17), exemplos esses que funcionaram como subsunçores.

Uma vez levantados os conceitos relevantes, associados ao texto e aos vídeos, a professora direcionou a discussão, a fim de introduzir o experimento de pêndulo simples (momento 20).

Após o momento 20, ao realizar esse experimento, a professora trabalhou os parâmetros que determinam o período e a frequência de um pêndulo simples. A seguir ela realizou o experimento com os pêndulos acoplados a fim de trabalhar o conceito de ressonância. Ao discutir semelhanças e diferenças entre o pêndulo simples e o pêndulo acoplado com o objetivo de que trabalhar o conceito de ressonância, bem como as características específicas de cada um desses experimentos, a professora lançou mão dos princípios da reconciliação integradora e da diferenciação progressiva, respectivamente. No Quadro 2, a seguir, destacamos alguns momentos da transcrição relacionados a esse segundo experimento.

Quadro 2: Transcrição da discussão sobre os pêndulos acoplados.

21.Professora	21. Vamos supor que esse pêndulo é a ponte balançando na horizontal, e esse outro é a estrutura na vertical. (<i>realiza novamente demonstração dos pêndulos acoplados</i>). E foi oscilando. Foi aumentando a amplitude... Aumentar a amplitude é aumentar a energia mandada para lá. E foi mandando mais energia. Até que não deu mais! Caiu a ponte. No caso da porta de vidro. É a mesma questão. A porta de vidro, ou a taça de vidro, oscila? Mesma coisa, a nível microscópico. Então ela tem uma frequência. Essa frequência de oscilação microscópica é chamada frequência natural de oscilação. Ela é natural, não precisa ninguém estar dando tapinha na molécula para ela oscilar. Então vamos pensar no texto. A porta de vidro é um sistema oscilante. Para ele quebrar, eu preciso aumentar a oscilação de suas moléculas, ou seja, fornecer mais energia, até o negócio quebrar! Quem foi que forneceu energia para ele? Quem foi a fonte?
22.Hel	
23.Professora	22. O gato.
	23. O gato, o supercat! E ele fez com a voz. Mas como assim? Pra eu fornecer energia, e ocorrer a ressonância, a troca de energia máxima para arrebentar as coisas, eu preciso de uma fonte que emita uma frequência igual ou parecida a o do sistema oscilante. O gato ficou lá miando, "miau"! Nisso ocorre uma oscilação, no fato de eu falar, de eu gritar?
24.Cam	
25.Professora	24. Sim...
26.Cam	
27.Professora	25. E que tipo de oscilação é essa?
	26. As cordas vocais que produzem o som.
	27. O som, é! Vocês já viram, né? O Som é uma onda. Na onda, tem oscilação. No caso, pra sair a minha voz e ir até o ouvido de vocês, as minhas cordas vocais, como você falou, vibram, e aí o ar que sai do meu pulmão vai e propaga-se a onda agitando as moléculas do ar em volta. Até chegar no ouvido de vocês, que aí vibra o tímpano. Tá, então o gato miou e agitou as moléculas de ar. E as moléculas de ar ficaram oscilando em uma certa frequência. Em um primeiro momento, no texto, o gato conseguiu quebrar a porta? Por que será que ele não conseguiu?
28.Hel	
29.Professora	28. Por causa da frequência. Ele não adequou a frequência dele com a da porta.

<p>30.Lis 31.Professora</p>	<p>29. Isso, ele não adequou. Ficou diferente. E depois ele ficou lá, com um ritual para descobrir a frequência certa. E aí chegou uma hora que ele conseguiu. Bem, será que é fácil arrebentar uma taça de vidro ou uma porta? Não, né? Vocês viram no vídeo do Mithbusters, eles ficaram tentando durante várias horas. Então vamos pegar duas situações do Mithbusters. A primeira foi com o outro cara que pegou o microfone colocou a taça perto do amplificador e ele emitiu a nota. Conseguiu quebrar. Mas não conseguiu quando colocou a taça em frente a boca. O que será que mudou? Dessa situação em frente à boca, e a outra com uso do amplificador? O que vocês acham?</p> <p>30. A altura do som.</p> <p>31. É... O som ficou mais intenso. A intensidade dele fica maior com o amplificador. O amplificador, ele aumenta o volume, como a gente chama essa característica do som. Quer dizer que eu estou colocando mais energia na onda sonora, mas sem alterar a frequência. Então quer dizer que, quando ele usa o amplificador, ele dá mais ou menos energia pra taça? Mais. E assim eu consigo a energia certa para poder quebrar. Só com a voz é mais difícil. Tem que ter uma potência vocal muito grande. No vídeo, só depois de várias tentativas que ele conseguiu. O supercat conseguiu também, certo? Basicamente isso. Quanto ao balanço. Esse é o mais simples. Vocês já brincaram de balanço? Tem uma criança, brincando de balanço, e outra vai e empurra ela. Eu tenho um balanço aqui, e aqui a criancinha empurrando (<i>pega um dos pêndulos para simular um balanço</i>). Ela pode empurrar assim? (<i>balança dando tapinhas no pêndulo com frequência maior que a frequência natural</i>). Tem que ser numa frequência certa, né? (<i>balança dando tapinhas no pêndulo com a mesma frequência que a natural</i>). Nessa de eu ficar empurrando, empurrando com a frequência certa, eu consigo até fazer a criança cair! Vai aumentando, aumentando, isso é ressonância também! Qual é o sistema oscilante?</p>
<p>32. Lis</p>	<p>32. A criança no balanço.</p>

Dos momentos 21 a 31, a professora se utilizou da reconciliação integradora ao explorar a relação entre os conceitos de variação da amplitude, frequência natural de oscilação e ressonância, fundamentada nas três estratégias que ela dispunha: vídeos, texto e experimento. Nesse processo, ela apontou similaridades conceituais entre os fenômenos discutidos, tais como a transferência de energia na condição de ressonância (ponte, taça e porta de vidro – momento 21) e a questão da potência envolvida na transferência de energia (amplificador – momento 31 – e supercat – momentos 23 e 27).

A postura da professora, promovendo a negociação de significados ao dirigir o raciocínio dos alunos, levou o aluno CAM, no momento 26, a colocar o seu conhecimento prévio relevante para o conceito trabalhado (ressonância) sobre a produção da voz. Por sua vez, a colocação do aluno HEL (momento 28) sugere que pode ter ocorrido aprendizagem significativa do conceito de ressonância e frequência natural de oscilação por parte desse aluno, ao justificar a não ocorrência da ressonância na primeira tentativa do gato em quebrar a porta. Essa compreensão foi corroborada em suas respostas às questões da avaliação.

No momento 30, o aluno LIS se utilizou de uma terminologia inadequada ao se referir à intensidade do som, o que não foi enfaticamente corrigido pela professora, uma vez que ela não esclareceu que a altura está relacionada à frequência e intensidade está relacionada à amplitude do som. A resposta do aluno LIS a uma das questões da avaliação mostrou que essa concepção inadequada permaneceu em sua estrutura cognitiva. É importante ressaltar que o fato de a professora não ter feito o devido esclarecimento e gerado uma

discussão, não permitiu ao aluno a percepção da incoerência explicativa do seu conhecimento. Essa situação mostra a importância do papel do professor no sentido de possibilitar tanto a reflexão como a percepção, por parte dos alunos, de que seus subsunçores não são coerentes com os modelos científicos, o que pode viabilizar uma mudança em suas concepções.

Na sequência, a professora continuou relacionando situações do cotidiano, com os fenômenos apresentados nos vídeos e no texto. No Quadro 3, a seguir, destacamos a transcrição relativa à discussão do fenômeno da ressonância, associada a situações diversas das trabalhadas anteriormente.

Quadro 3: Transcrição das discussões relativas ao fenômeno da ressonância em situações diversas.

33.Professora	33. A criança no balanço. E a fonte que está mandando energia é a outra criança. Ela precisa mandar esses tapinhas... a energia numa frequência que encaixa. Se ela ficar com uma frequência muito alta, não dá certo. E se ficar muito baixa também, não irá fazer a outra oscilar bastante, com amplitude grande. Agora, a televisão. Televisão oscila? O que vocês acham que de repente pode oscilar lá dentro? Vocês já ouviram falar como é a transmissão? O que vocês já ouviram falar? Como é que a televisão capta a imagem, o som?
34.Hel	34. É por ondas eletromagnéticas.
35.Professora	35. Por ondas eletromagnéticas. Isso que ela capta pela antena. E aí, o que acontece? Quando eu giro o botão, eu estou ajustando a frequência e aí eu vou ajustar até encaixar com a frequência da emissora. Quando eu encaixo frequências iguais, ou bem parecidas, acontece a ressonância. Tem outros exemplos de ressonância. Muitos! Vocês já presenciaram um terremoto?
(...)	(...)
40.Lis, Jen, Hel	40. Não!!
41.Professora	41. Não, né, ta louco! Aqui não tem. Mas em muitos países tem. Aqui eu trouxe umas fotos, vão passando para vocês observarem. É um terremoto que ocorreu na China. Quero que vocês reparem em uma coisa... A gente tem uma ideia de terremoto, a gente pensa que destrói tudo. Mas vocês vão ver que tem algumas coisas não destruídas.
42.Lui	42. Professora, quer dizer que esse impacto no vidro deu na verdade por causa da energia que ele recebeu?
43.Professora	43. Exatamente! Foi a energia que foi aumentando, a energia está relacionada com a amplitude de oscilação. A amplitude foi ficando cada vez maior, até que a estrutura não aguentou e ela acabou se rompendo.
44.Lui	44. Certo. Ele recebeu essa energia, houve um aumento na amplitude, e houve esse rompimento.
45.Professora	45. Isso. O rompimento da estrutura.
46.Lui	46. Da estrutura, certo.
47.Professora	47. Todos já viram as fotos? O que vocês repararam nas figuras?
48.Lis	48. Alguns prédios não caíram...
49.Professora	49. Não caíram. Por que será que não caíram?
50.Hel	50. Não entrou em ressonância.
51.Professora	51. Não entrou em ressonância. Eu pesquisei um pouco pra ver sobre isso o que acontece... Um prédio não é feito só de um material. São vários, e cada material tem uma frequência. Então é uma coisa bem complexa. Uma coisa que um professor meu falou, que é interessante, os prédios mais propícios a cair são os de 8 a 40 andares. Se tiver mais que 40, ele consegue se segurar, tem mais chances. Se

52.Lis	tiver menos que oito, também. Mas depende também de outros fatores, da intensidade do terremoto, que relaciona a quantidade de energia que ele consegue mandar, da amplitude de oscilação do chão, e tem outra coisa, o chão tanto oscila
53.Professora	na horizontal quanto na vertical também! Vamos pensar no Japão. No Japão tem terremoto direto. Como é que eles fazem para não ficar reconstruindo prédios.
54.Lui	52. Eles planejam a estrutura antes.
55.Professora	53. É. E como ele pode evitar a ressonância?
56.Lui	54. Os materiais que ele coloca.
57.Professora	55. Materiais... E tem outra coisa... 56. Esse material... Esses materiais têm que ter a condição de absorver a própria energia para ele poder segurar para suporte. 57. Isso, também! Usar algum tipo de associação para absorver energia. Tem alguns materiais que são mais elásticos, não é que nem, por exemplo, a ponte que é mais rígida que não aguentou a vibração e caiu. Em materiais mais elásticos, como uma mola, ela aguenta a oscilação e acaba absorvendo energia e não fazendo o prédio cair. Tem outro negócio que a gente vê no cotidiano, que amortece vibrações. O que vocês acham que é?
58.Hel	58. O amortecedor
59.Professora	59. Isso. O amortecedor de carro. Ele trabalha com o mesmo princípio. Se não tiver o amortecedor, em cada buraco que você passa, já era! O amortecedor é composto por um pistão em um óleo. Um óleo bem viscoso que impede um pouco a compressão e aí absorve essa energia. É... Outro exemplo de ressonância. O forno microondas. Como é que o alimento esquenta ali no forno?
60.Cam	60. Por vibração.
61.Professora	61. Por vibração também. Vibração do quê?
62.Cam	62. Do líquido que tem ali.
63.Professora	63. É, isso mesmo. Geralmente é uma vibração das moléculas de água. E é o mesmo processo. O forno, por uma corrente elétrica, por um sistema, ele produz as microondas, um tipo de onda em uma determinada frequência, que fica ali dentro do forno. Essa frequência encaixa com a frequência natural das moléculas de água no alimento. A água fica assim, girando. E aí recebe essa frequência igual ou muito parecida e vai começar a girar mais. E vocês viram também, o que é temperatura?
64.Lis	64. A agitação das moléculas.
65.Professora	65. Isso. Quanto mais agitadas, maior a temperatura. E dessa forma, esquenta o alimento...

Dos momentos 33 a 45 a professora dirigiu o raciocínio dos alunos no sentido de, partindo de uma situação concreta (criança no balanço), levar os alunos à compreensão do fenômeno de ressonância em situações mais abstratas. Nesse processo, a professora se utilizou da reconciliação integradora, explorando relações e apontando similaridades e diferenças entre o fenômeno de ressonância que ocorre com a criança no balanço, na televisão e no terremoto.

No momento 34, o aluno HEL respondeu à pergunta da professora utilizando seu conhecimento prévio, adequado do ponto de vista científico.

As respostas do aluno LUI nos momentos 42, 44 e 46 sugerem uma aprendizagem significativa do conceito de ressonância, uma vez que ele articulou o novo conhecimento com os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva.

Dos momentos 47 a 55 a professora promoveu a reconciliação de discrepâncias reais ou aparentes, pois discutiu com os alunos o fato de alguns edifícios não terem caído, lançando mão do conceito de frequência natural de oscilação.

A resposta do aluno HEL no momento 50 sugere que ele associou o conceito de ressonância com o fenômeno discutido, o que pode ser um indício de aprendizagem significativa.

Nos momentos 54 e 56, o aluno LUI articulou o novo conhecimento com os seus subsunçores, ao identificar como elemento determinante na frequência de ressonância do edifício, os materiais com os quais eles são construídos, o que pode sugerir a ocorrência de aprendizagem significativa.

Nos momentos 57 e 59 a professora introduziu um novo elemento à discussão. Utilizando a reconciliação integradora, apontou similaridades entre a estrutura de construção do edifício e o amortecedor de um carro, com o intuito de mostrar que nesses casos, especificamente, o objetivo é que não ocorra a ressonância. Nesse contexto, as respostas de CAM (momentos 60 e 62) podem ser um indício de aprendizagem significativa por parte desse aluno, uma vez que articulou os seus subsunçores com o conceito de ressonância.

Ao usar o forno de microondas para exemplificar o conceito de ressonância, a professora resgatou o conceito de temperatura, o que levou LIS a mostrar, por meio de sua resposta (momento 64) que, em sua estrutura cognitiva, já havia o conceito de temperatura associado à agitação das moléculas.

A professora encerrou a discussão, resgatando os conceitos trabalhados, usando perguntas para verificar a compreensão dos alunos. No Quadro 4, a seguir, destacamos um recorte dos momentos finais da aula.

Quadro 4: Transcrição das discussões relativas aos momentos finais da aula.

87.Professora	87. Temos vários exemplos de ressonância, se começarmos a pensar. Então é uma coisa que é constante na tecnologia, em nossa vida. Faz as coisas funcionarem para o nosso conforto: televisão, microondas... E tem alguns casos que a gente tem que tomar cuidado como eu falei, em ambiente industrial tem que tomar cuidado para não ficar muito exposto a essas vibrações. Vocês têm alguma dúvida com respeito a pêndulo simples? Então o período de um pêndulo simples, depende do que mesmo? Comprimento do fio...
88.Lui	88. Depende da gravidade.
89.Professora	89. Da gravidade, isso mesmo. E da massa?
90.Alunos	90. Não...
91.Professora	91. E quanto à ressonância... Ressonância significa uma troca...
92.Lui	92....de energia.
93.Professora	93. De energia. Vamos ressaltar uma coisa: que é troca máxima de energia. Se vocês pensarem no terremoto, o prédio tem que ter um sistema de amortecimento para não cair. Ele ta vibrando junto, ta com certa energia, mas ela tem que ser máxima para causar seu desabamento. Do contrário, é como aquele que tem um amortecimento. E essa troca de energia acontece em uma condição especial. Qual é?
94.Cam	94. Mesma frequência.
95.Professora	95. Mesma frequência. Ou frequências muito próximas... mas tem que ser bem próximas. Bem, basicamente isso gente, uma última pergunta para encerrar? Bom, então espero que tenham curtido o experimento e tudo o mais!

Nessa sequência, a professora lembrou os exemplos discutidos e, por meio de perguntas, levou os alunos a se colocarem acerca dos conceitos trabalhados. As respostas dos alunos LUI e CAM corroboraram com a possibilidade de ocorrência de aprendizagem significativa por parte desses alunos.

Analisando de forma geral, é importante ressaltar que, partindo de um fenômeno mecânico simples (pêndulo simples) e do fenômeno da ressonância, a professora, no decorrer do experimento, utilizou a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora para trabalhar o conceito de ressonância. Nesse processo, ela fez uso de diferentes estratégias (vídeos, texto, experimentos) para apresentar diversos exemplos contextualizados e significativos para os alunos. Ao trabalhar dessa forma, resgatou conceitos de eletromagnetismo (ondas eletromagnéticas) e de termodinâmica (temperatura). Nesse contexto, a professora não priorizou a utilização de equações matemáticas para explicar e discutir os conceitos físicos envolvidos.

Ressaltamos ainda que, embora a professora buscasse a participação dos alunos o tempo todo, em alguns momentos, imediatamente após as perguntas, ela as respondia, sem aguardar o tempo necessário para que os alunos refletissem sobre as respostas às questões formuladas. Destacamos também a necessidade de uma reflexão acerca da postura da professora em alguns momentos em que ela não se manifestou no sentido de auxiliar os alunos nas suas interpretações, promovendo discussões que poderiam ter beneficiado a aprendizagem significativa dos alunos. Entretanto, esses momentos não inibiram os alunos, que participaram e demonstraram compreensão do conceito trabalhado. Mesmo os alunos que não se manifestaram oralmente no decorrer da aula, demonstraram compreensão do conceito de ressonância em suas avaliações escritas.

A análise das respostas às questões 1 e 2 da avaliação reiteraram a possibilidade de ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos alunos HEL, LUI e CAM.

Considerações finais

Considerando o fato de a professora ter desenvolvido um trabalho de interação ao longo do ano, a análise da atividade desenvolvida em duas aulas, totalizando 100 minutos, bem como das questões 1 e 2 da avaliação, permitiu aventarmos a possibilidade de ocorrência de aprendizagem significativa.

Assim, consideramos que os resultados mostraram que a interação entre a professora e os alunos, mediada pela utilização dos vídeos, do texto e dos experimentos, pode ter possibilitado a aprendizagem significativa do conceito de ressonância por parte de alguns alunos. Nessa perspectiva, esses materiais se mostraram potencialmente significativos, uma vez que facilitaram aos alunos a articulação entre os seus subsunçores e os conhecimentos físicos trabalhados.

Com relação ao papel do professor no desenvolvimento dessa estratégia é importante que se façam algumas observações: o material utilizado pode fomentar a aprendizagem significativa ou mecânica, de acordo com a articulação estabelecida por ele entre esses materiais e o aluno; o professor deve atuar no sentido de negociar os significados emergentes da interação com os alunos, bem como manter a atenção ao longo de toda a atividade no sentido de esclarecer dúvidas que não se manifestem diretamente, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Como a negociação de significados ocorre por meio do

uso de perguntas e respostas tanto por parte do professor como dos alunos, cabe ao primeiro a tarefa de instigar a participação dos alunos. No entanto, o êxito da atividade só vai ocorrer caso o aluno articule os seus subsunçores com os novos conhecimentos trabalhados no decorrer da atividade.

Essa atividade ilustrou a possibilidade de se trabalhar conceitos complexos e abstratos, sem prescindir da formalização matemática, utilizando experimentos simples, elaborados com materiais de baixo custo, articulados com a leitura de textos contextualizados e a apresentação de vídeos, o que motivou os alunos a participarem ativamente da aula.

Referências

ALMEIDA, M.J.P.M.; QUEIROZ, E.C.L. Divulgação científica e conhecimento escolar: um ensaio com alunos adultos. **Caderno CEDES: ensino de ciência, leitura e literatura**. Ano XVIII, n. 41, p.62-68, jul. 1997.

ANGOTTI, J.A.P.; BASTOS, F.P.; MION, R.A. Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação** (UNESP). Bauru, v.7, n.1, p.183-197, 2001.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V. dos S. Atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n.2, jun. 2003.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação** (UNESP), Bauru, v. 9, n. N. 1, p. 41-52, 2003.

ASSIS, A. **Leitura, argumentação e ensino de Física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula**, 2005. 286f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton, 1963, 685 p.

BARREIRO, A.C.M.; BAGNATO, V. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, Florianópolis, v.9,n.3: p.238-244, 1992.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto / Portugal: Porto Editora, 1982. 337p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. 144 p.

CLEBSCH, A.B.; MORS, P.M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de Fluidos. **Revista Brasileira de Ensino Física** [online], vol.26, n.4, p. 323-333, 2004. ISSN 1806-1117. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/040602.pdf>>. Acesso em 02 mar 2010.

ELIAS, D.C.N.; AMARAL, L.H.; ARAÚJO, M.S.T.; ARAUJO JÚNIOR, C.F. Características e tendências das propostas de utilização das ferramentas computacionais no ensino de física.

In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Vitória, 2009. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0294-3.pdf>>. Acesso em 19/01/2010.

GASPAR, A.; Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 1997, p.11. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. Disponível em <http://plato.if.usp.br/~fep0358n/texto_5.pdf>. Acesso em 10 dez. 2009.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Burgos, 1997, **Actas...** Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, p.17-43, 1997.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**, Florianópolis/Brasília: UFSC, 2001.

RICARDO, E.C.; FREIRE, J.C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino Física** [online], vol.29, n.2, 2007. p. 251-266. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000200010>>. ISSN 1806-1117. Acesso em 18/01/2010.

SILVA, H.C. ALMEIDA, M.J.P.M. Textos e imagens: discurso e conhecimento escolar em aulas de física. In: Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino, II, Belo Horizonte: UFMG, 2003, **Atas...** Belo Horizonte: UFMG, 2003. 030. CD-ROM.

TERRAZZAN, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. In: Textos de Palestras e Sessões Temáticas: Encontro Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência, III., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Graf. FE/UNICAMP, 2000. p. 31-42.

Submetido em janeiro de 2012 e aceito em julho de 2012.



Apêndice I:

Avaliação

1. Aninha cada vez mais empolgada com suas aulas de física montou um kit para experimentação. Comprou três copos feitos de materiais diferentes. Pesquisou na internet e encontrou os valores da frequência natural de oscilação de cada copo:

Copo	Material	Frequência natural de oscilação
1	Cristal	556 Hz
2	Vidro A	700 Hz
3	Vidro B	560 Hz

Colocou os copos sobre uma mesa próximos de uma caixa de som. Colocou para tocar um CD no qual estava registrado um sinal contínuo de frequência 558 Hz.

a) Em qual(is) do(s) corpo(s) Aninha poderá observar vibração?

b) O que é necessário para que ela consiga quebrar um desses copos sem tocá-lo?

2. O pai de Zezinho é apaixonado por relógios. Coleciona relógios de vários tipos e épocas, tendo inclusive relógios de pêndulo do século XVIII. Um dia, estava lustrando um desses relógios e acabou esquecendo-o aberto sobre a mesa da sala. Quando voltou para guardá-lo, pegou Latim com a pata na massa: o cãozinho havia roído boa parte do pêndulo original de 25 cm do antigo relógio. Aborrecido, comprou uma nova corrente para o pêndulo de 30 cm. Diga se o relógio continuará a marcar as horas corretamente como antes. Explique o porquê de o relógio atrasar ou adiantar, se for o caso.

3. No texto “Latim em fuga” há quatro situações que envolvem o fenômeno de ressonância. Identifique-os e cite mais exemplos.

4. O fenômeno de ressonância é desejável ou não? Analise com cuidado um caso no qual a ressonância é maléfica e outro no qual é benéfica. Não se esqueça de explicitar quais são os elementos envolvidos nos exemplos que você escolheu e quais são as causas e possíveis consequências de cada situação.

5. Em sala de aula foram discutidos os fenômenos ocorridos na ponte de Tacoma Narrows, nos EUA, em 1940, e no experimento de pêndulos acoplados realizado em sala de aula. Descreva e analise as duas situações do ponto de vista de ressonância, pretendendo identificar semelhanças e diferenças entre essas duas situações. Por que os pêndulos acoplados param de oscilar depois de um tempo e a ponte oscilou até o seu colapso?



Apêndice II:

Latim em fuga

Era um belo final de semana, daqueles perfeitos para passear sem rumo por aí, explorando o mundo em volta. Assim pensava Latim. O contrário do que pensava seu dono, Zezinho:

- Um belo dia... – se espreguiçou - ...para dormir! – se jogou no sofá da sala e ligou a televisão.

Latim tentou chamar-lhe a atenção. Pulou em cima da barriga de Zezinho, babando em seu rosto.

- Logo de manhã, estrupício!? – empurrou o cão para o lado. Latim latiu.

- Senta aí e assista a TV!! – Zezinho trocou de canal até parar em um que passava um documentário.

“A ponte Rio-Niterói já chegou a dar suas reboadas ameaçando cair!!! Em alguns dias, quando o vento soprava do quadrante sudoeste com velocidade de 55 km/h, a ponte entrava em ressonância, balançando com amplitude de 1,2m com período de 3s! O tráfego era interrompido nestes dias. Mas a ponte não chegou a sofrer danos, podem ficar sossegados! O problema já foi resolvido por nossos engenheiros. Nossa equipe do Rio de Janeiro acompanhou a operação e tem mais detalhes...”

- Já imaginou, Latim? A ponte desabar com você passando por cima?

Latim, que momentaneamente tinha abaixado seu fogo para escutar a notícia, pulou novamente em Zezinho balançando o rabinho, imaginando a grande aventura que seria!

- Já falei! Latim comporte-se! – Zezinho chutou Latim que emburrou. Tentou mais uma vez pedir um passeio no parque, sem sucesso. Virou as costas e saiu sem olhar para trás. Zezinho deu de graças a Deus.

- Que cara é essa, amigão? – Bichano, o gato de Aninha, apareceu na cozinha.

- To a fim de sair, correr e explorar o mundo... Não agüento mais ficar trancado nesta casa! – Latim desabafou suspirando.

- Como você é bobo, amigão! – Bichano subiu na pia da cozinha com ares de superioridade. – Basta pular a janela! – apontou o vitrô aberto sobre a pia.

Latim deu uma volta, olhou para a pia, farejou o ar, balançou o rabo, mediu a altura da pia com os olhos, murchou a cara.

- Bichano, eu não alcanço...

Bichano suspirou, pulou do armário e saiu da cozinha balançando o rabo na cara de Latim.

- Siga-me!

- Precisava esfregar o rabo na cara dos outros? Exibido! Só porque o seu é maior que o meu! – protestou.

Bichano fingiu que não ouviu e foi até a sala de estar, seguido por perto de Latim que vinha agitado tentando adivinhar o que o gato tinha em mente. Pararam em frente à porta de vidro que dava acesso à garagem da casa.

- Sabe abrir? – perguntou Latim.

- Tampe os ouvidos!

Bichano limpou a garganta, encheu os pulmões, colou a boca na porta de vidro, miou. Da sala de TV ouviu-se Zezinho soltar uma gargalhada. Ele estava assistindo a algum filme de comédia.

- Não entendi. – Latim murchou as orelhas.

- Calma! A situação exige estudo... – Bichano encostou uma de suas orelhas na porta de vidro. Parecia ouvir algo. Encostou a outra orelha. Preparou-se novamente como da primeira vez. Miou.

Crac!

Apareceram várias ranhuras atravessando a porta de vidro. Latim encolheu o rabo entre as pernas.

- Pô cara, o que você fez?! – correu até a porta da sala de TV. Certificou-se que Zezinho ainda se divertia com o filme. Voltou correndo. – E agora?

- E agora? – Bichano estendeu uma pata e exibiu uma de suas garras, a mais afiada. – Diga adeus ao cativeiro!! – bateu com a garra na porta de vidro que se espatifou em cacos no chão. – Latim deu um pulo de dois metros.

- O que foi isso? Latim?? – era a voz de Zezinho vindo da sala de TV.



Bichano arregalou os olhos e começou a correr.

- Vamos logo, Latim!!!

Latim, congelado de medo momentaneamente e segurando a vontade repentina de fazer xixi, começou a correr assim que viu Zezinho entrar na sala de estar.

- O que você fez Latim? Mamãe vai arrancar nosso couro!

- Latim já estava a três quilômetros de distância. Corria olhando sempre para frente e para os lados.

- Já estamos fora do campo de visão, Latim! – disse Bichano recuperando o fôlego.

- Seu maluco! – latiu Latim. – Eu to perdido! Vou ser expulso de casa!

- Ué? Você não queria liberdade? Você nunca mais ficará encarcerado naquela casa! – deu um sorriso malandro.

- Encarcerado? Adeus vida... – lamentou.

- Ah, relaxa... Vamos lá ao parquinho brincar no balanço!

Latim que permanecia cabisbaixo, ainda recuperando o fôlego, deu um pulo.

- Balanço!?! – animou-se – Você me balança?

- Claro! Vam'bora!

Mal sabiam que Zezinho já estava de prontidão na gangorra do parque a espera de Latim. Ele sabia que o cão adorava brincar por ali. Era questão de tempo para ele aparecer.

- Ele vai ver só...