

IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS



ATAS



**Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS
15 a 17 de setembro de 2011**

IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS

ATAS

Organizadores:

Leonardo Albuquerque Heidemann
Eliane Angela Veit
Ives Solano Araujo
Marco Antonio Moreira

UFRGS – Instituto de Física
Porto Alegre
2011

Organizadores do evento:

Eliane Angela Veit (UFRGS)

Ives Solano Araujo (UFRGS)

Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Pedro Fernando Teixeira Dorneles (UNIPAMPA)

O IV Encontro Estadual de Ensino de Física – RS foi realizado em Porto Alegre, RS, no período de 15 a 17 de setembro de 2011 e organizado pelo Grupo de Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider

E56a Encontro Estadual de Ensino de Física – RS (4. : 2011 :
Porto Alegre, RS).

Atas [recurso eletrônico] / Encontro Estadual de
Ensino de Física - RS ; organizadores: Leonardo
Albuquerque Heidemann ... [et al.]. – Porto Alegre :
UFRGS – Instituto de Física, 2011.

Organizado pelo Grupo de Ensino de Física da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Modo de acesso:

<http://www.if.ufrgs.br/mpef/4eeefis/Atas_IVEEEFis_RS.pdf>

ISBN 978-85-64948-04-4

1. Ensino de Física. 2. Congressos. I. Heidemann,
Leonardo Albuquerque. II. Título

ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O USO DE AULAS INTERATIVAS DE FÍSICA NUMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES¹

Anderson Coser Gaudio [acgaudio@gmail.com]

Depto de Física – CCE – UFES

Campus de Goiabeiras, 29075-910, Vitória, ES – Brasil

Eliane Angela Veit [eav@if.ufrgs.br]

Instituto de Física, UFRGS, Caixa Postal 15051

Campus do Vale, 91501-970, Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

No ano letivo de 2011 a Secretaria de Educação do governo do Espírito Santo (SEDU-ES) começou a colocar em prática os preceitos contidos no Currículo Básico Escola Estadual (CBEE), produzido no âmbito da SEDU-ES. Esse documento, baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e em suas orientações complementares (PCNEM+), preconiza um modelo de aula centrado no aluno, com mais interatividade professor-aluno e aluno-aluno (aula interativa). Sabendo-se que a aula interativa requer planejamento mais detalhado do que as aulas tradicionais e requer maior preparo do professor para conduzir os trabalhos com os alunos, é de se esperar que não haja adesão imediata dos professores ao novo modelo. No presente trabalho, foi explorada a viabilidade prática da aplicação de um modelo de aula interativa na disciplina de Física. O objetivo foi o de gerar uma experiência didática com alunos do primeiro ano do ensino médio para conhecer as dificuldades operacionais, a viabilidade do modelo em sala de aula, o rendimento e a receptividade dos alunos em relação à aplicação desse modelo.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, estratégias de ensino, aulas de física interativas, ensino médio.

INTRODUÇÃO

Em 2010 a Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES) publicou um documento em oito volumes denominado Currículo Básico Escola Estadual (CBEE) (SEDU, 2010). Os trabalhos que culminaram na produção desse documento começaram em 2003 e, de acordo com a SEDU-ES, envolveram, em diferentes momentos, cerca de 1500 educadores, entre pedagogos, professores de referência da rede estadual, professores convidados, consultores e representantes de movimentos sociais organizados. No foco do novo currículo estadual está o Conteúdo Básico Comum (CBC) que define os conteúdos de todas as disciplinas da educação básica.

Entre outras coisas, o livro Ensino Médio – Volume 1 do CBEE define os pressupostos teóricos nos quais devem se basear a educação de jovens e adultos capixabas. Os princípios norteadores desse documento “colocam o educando como referência e foco de todo o processo educativo” e afirmam que “cabe ao educador comprometer-se com a dinamização desse processo, assumindo o lugar de mediador”.

Deve ficar claro que a aplicação desses princípios ao ensino médio implica no abandono do modelo de aula tradicional, o chamado *modelo da narrativa* (Finkel, 2000; Moreira, 2010), ainda predominante nas escolas públicas e privadas. Segundo esse modelo, o professor ensina, o aluno copia, o aluno estuda o copiado e o professor avalia se o aluno é capaz de reproduzir o conteúdo ensinado. Caso o aluno reproduza minimamente o conhecimento transmitido pelo professor ele será considerado aprovado. Contudo, já está mais do que demonstrado que esse modelo de ensino está superado, pois o aluno não consegue aprender de fato (significativamente) os conteúdos. Além

¹ Este estudo faz parte do trabalho de pesquisa de pós-doutoramento do autor ACG, sob a supervisão da autora EAV.

disso, o aluno não consegue reter o conhecimento por muito tempo e muito menos consegue fazer a transposição do conhecimento para outros domínios, relacionados ao conhecimento ensinado (Moreira, 2010).

É bom lembrar que durante décadas a aula baseada em narrativa praticada no ensino médio foi reforçada pelo exame vestibular das universidades públicas, de caráter acentuadamente conteudista. No entanto, há neste momento perspectiva real de mudança, que se deve pelo menos a quatro fatores. O primeiro refere-se à definição dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2006) e suas orientações complementares (PCNEM+, 2006), ocorrida em 2006. O segundo está relacionado ao Exame Nacional de Ensino Médio (Enem, 2010) que, apesar de ter sido criado em 1998, ganhou importância como potencial agente transformador do modelo de ensino em 2004, quando passou a ser usado como critério de ingresso ao ensino superior nas universidades participantes do Programa Universidade para Todos (PROUNI, 2010). O terceiro fator refere-se à mudança no formato das questões do ENEM, ocorrida em 2009, ficando em maior sintonia com a filosofia dos PCNEM. O quarto fator foi a adoção (via pressão do governo federal) da nota do novo ENEM como critério de seleção em diversas universidades públicas federais e estaduais.

Apesar dos tropeços observados na aplicação do novo ENEM em suas duas primeiras edições, o governo federal deve seguir pressionando as universidades para adotá-lo na seleção de seus novos alunos. Se esse processo vingar, será possível vislumbrar real possibilidade de mudança no modelo de aulas do ensino médio. No caso particular do ensino médio público estadual, deverá haver grande esforço conjunto para que as escolas possam se adaptar à filosofia dos PCNEM e, no caso do Espírito Santo, do CBEE.

Felizmente esse processo de adaptação já começou. No ano letivo de 2011, centenas de professores de referência da SEDU-ES, multiplicadores da nova filosofia de ensino, estão trabalhando nas escolas de todo o estado. Estes deverão colocar o treinamento recebido em prática com seus alunos e, concomitantemente, influenciar e ajudar seus colegas de escola a aderirem à nova forma de ensinar. Em tese, isso significa mudar o modelo de aula praticado nas escolas públicas estaduais, abandonando a aula narrada pelo professor em troca da aula em que o professor atua como mediador no processo de aprendizagem. É um modelo de aula centrado no aluno, ou melhor, na aprendizagem. Para isso, o professor deve incentivar o aluno na elaboração de perguntas relevantes e de modelos mentais adequados, no trabalho em grupo, na exposição oral e na defesa de suas ideias, na crítica às ideias dos colegas e deve também preparar o aluno para receber as críticas dos colegas e do professor (Hammer, 1997; Hake, 1998; Finkel, 2000; Booth e James, 2001; Moreira, 2006; 2010). Doravante, chamaremos de *aula interativa* o modelo de aula que tenha essas características.

Está claro que mudanças dessa magnitude não serão conseguidas de uma hora para outra. Como a aula interativa requer planejamento mais detalhado do que as aulas tradicionais e requer maior preparo do professor para conduzir os trabalhos com os alunos, é de se esperar que não haja adesão imediata dos professores ao novo modelo. Além disso, a necessidade de um referencial teórico-conceitual que norteie o trabalho do professor em sala de aula só irá dificultar ainda mais as coisas. Ou seja, isso deve significar que se alguma mudança real houver, será resultado do trabalho de mais de uma geração e de mais de um governo. Sem dúvida há muito trabalho pela frente.

Este trabalho descreve os resultados de um estudo exploratório realizado em duas escolas de ensino médio estaduais do município de Vitória-ES. O objetivo deste estudo foi o de verificar a aplicabilidade do modelo de aula interativa nas escolas públicas estaduais de ensino médio. Este estudo visa conhecer *in loco* as dificuldades envolvidas no trabalho do professor com o modelo interativo, bem como vislumbrar as possíveis soluções para essas dificuldades. Os resultados deste estudo servirão de base para um trabalho envolvendo o treinamento de professores do ensino médio a ser conduzido por ACG.

Referencial teórico

O referencial teórico que permeou este trabalho foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e Joseph Novak (Ausubel, 1968; Ausubel, Novak et al., 1978; Moreira, 1999a; 2006). Nesta, como na maioria das teorias de aprendizagem cognitivistas, o fator mais importante para a aquisição consistente de novos conhecimentos é o conhecimento prévio do indivíduo.

O conhecimento prévio do aluno forma o que se convencionou chamar de “estrutura cognitiva” e refere-se ao conjunto de ideias e concepções acumuladas pelo indivíduo ao longo de toda sua vida. Quando são considerados os conhecimentos relacionados a determinado domínio, como a Física, interessa a parte da estrutura cognitiva que compreende os conhecimentos relativos a esse domínio. E não se deve confundir conhecimento prévio com pré-requisito. No âmbito da teoria de Ausubel, a estrutura cognitiva relevante é formada por conhecimentos adquiridos de forma não literal e não arbitrária, ou seja, de forma significativa. Avaliar o conteúdo dessa estrutura não é tarefa simples, pois não é suficiente submeter o indivíduo a um questionário ou teste de conhecimento. Deve-se dar condições para que ele possa se expressar livremente e verificar não somente a presença do conhecimento, mas principalmente a capacidade do indivíduo aplicá-lo em situações diferentes daquelas envolvidas no aprendizado (transposição) (Moreira, 1999; 2006).

Na aprendizagem significativa, o novo conhecimento deverá interagir com o conhecimento prévio, ou subsunçor, que lhe dará sentido. Diz-se que o subsunçor deve servir de ancoradouro para o novo conhecimento na estrutura cognitiva do indivíduo. O processo de ancoragem é que caracteriza a aprendizagem significativa. A interação entre o conhecimento subsunçor e o novo conhecimento modifica a ambos. Nesse processo de diferenciação, o resultado é um subsunçor modificado, agora mais poderoso, pois tem em si as potencialidades do novo conhecimento (Moreira, 1999).

Dessa maneira, a aprendizagem significativa contrapõe-se à aprendizagem mecânica, que é aquela em que o novo conhecimento é adquirido de forma literal e arbitrária, ou seja, o novo conhecimento é inserido na estrutura cognitiva do indivíduo sem interagir com subsunçores específicos. É um tipo de aprendizagem por treinamento. Nesse processo a memória do conhecimento costuma ser de curta duração e o indivíduo não consegue realizar a transposição de domínio para o que foi aprendido.

METODOLOGIA

Planejamento

O trabalho com os alunos do ensino médio, sob a responsabilidade do primeiro autor deste trabalho, compreendeu duas etapas: a *preparatória* e a de *exploratória*. A etapa preparatória consistiu em ministrar três horas-aula de física para duas turmas de primeiro ano (duas horas numa e uma hora em outra) da EEEM Prof. Fernando Duarte Rabelo, localizada no bairro Praia de Santa Helena, município de Vitória-ES. Apesar de essa distribuição horária parecer estranha, sua escolha foi baseada na disponibilidade da professora de física que cedeu suas aulas para a preparação. O objetivo dessas aulas foi o de gerar experiência prévia com a dinâmica da aula interativa e, principalmente, com o modo de lidar com os estudantes do ensino médio em aulas desse tipo. Esperava-se que isso poderia prevenir a má condução das aulas pelo professor e evitar conflitos durante o transcorrer da etapa exploratória. Nessas aulas foi abordado apenas um tópico de física, que foi a queda livre dos corpos.

A etapa exploratória consistiu em um conjunto de oito aulas, com carga horária total de dezesseis horas. O horário das aulas foi de 10h 20min às 12h 20min, sempre às quartas-feiras. Nessa etapa, o professor deveria colocar em prática a aula interativa e, dentro das possibilidades, tentaria reproduzir a rotina normal de trabalho dos professores da escola. A aula praticada deveria tirar o professor de seu foco, que passaria a ser dividido com os alunos. Esse modelo de aula pressupõe a utilização de estratégias de ensino cuidadosamente escolhidas para cada assunto e para cada momento da aula.

O tema central da etapa exploratória foi Cinemática. Ficou decidido que o assunto de cada aula teria a distribuição mostrada no Quadro 1.

Quadro 1. Conteúdo programático das aulas da etapa exploratória.

Aula	Assunto
1	Movimento retilíneo uniforme (MRU)
2	Movimento uniformemente variado (MRUV)
3	Queda livre
4	Movimento de projéteis
5	Movimento circular
6	Movimento de rolamento
7	Movimento relativo
8	Avaliação

Planos de aulas

Para cada aula prevista tanto na etapa preparatória quanto na exploratória foi preparado um plano de aula detalhado, com descrição de cada etapa da aula. Como regra, o plano de aula começava com uma breve recapitulação da aula anterior. Isso podia ser feito por meio da exibição de um vídeo ou de imagens que fizessem o aluno se lembrar dos conteúdos anteriormente trabalhados e eventualmente identificar os conceitos ensinados em novas situações. Durante ou ao fim da exibição os alunos eram incentivados a externar suas ideias para que o professor pudesse averiguar a ocorrência de aprendizagem significativa em algum grau.

A seguir vinham os preparativos para a introdução do novo conteúdo. Coerentemente com os princípios ausubelianos, a matéria nova deveria ser abordada partindo do geral para o particular e levando em conta o que o aluno já sabia, para então apresentar os novos conceitos, suas inter-relações e aplicações. Durante essa fase é que o uso de estratégias de ensino diferenciadas poderia ter maior importância.

Para fazer o fechamento da aula o professor propunha à turma pequenos desafios na forma de problemas conceituais para consolidar a compreensão do que foi ensinado. Também são sugeridos sítios da internet com materiais instrucionais diversos para serem acessados em casa ou na casa de um amigo.

RESULTADOS

A seguir, os resultados deste estudo serão apresentados no formato de um relato de experiência, pois foi o que nos pareceu mais adequado.

Etapa preparatória

A etapa preparatória foi marcada por problemas disciplinares, que serão narradas adiante, neste texto. Após as três aulas preparatórias foi possível tirar algumas conclusões preliminares que foram muito úteis no desenvolvimento da etapa exploratória:

(a) A exibição de filmes com situações reais para discussão posterior foi muito útil. Os alunos reconheceram as situações como sendo familiares e a partir daí tentaram identificar os fenômenos físicos ali presentes. O grande problema encontrado foi a carência absoluta de domínio da linguagem da física, que muito dificultou a manifestação oral dos alunos.

(b) Ao incentivar a participação dos alunos, criou-se o palco ideal para os alunos que queriam chamar a atenção dos demais para si. A cada pergunta feita lá estavam eles tentando conseguir a gargalhada dos colegas. Além disso, a participação dos alunos incentivou as conversas paralelas de grupinhos isolados que não desejavam participar. Portanto, concluiu-se que a participação da turma

nas discussões deve ser feita apenas após a introdução dos aspectos físicos fundamentais envolvidos. Ao assistir aos vídeos das aulas foi percebido que a participação dos alunos estava sendo muito prematura, sem que eles tivessem qualquer base para começar a discutir o assunto.

(c) A estratégia de trabalho cooperativo em grupos de três alunos foi desastrosa. Na prática, essa atividade funcionou como a “oficialização das conversas paralelas”. Para tentar minimizar esse efeito, na etapa exploratória foi feita nova tentativa de trabalho cooperativo com grupos de apenas dois alunos.

(d) A execução de pequenos experimentos em sala de aula foi muito bem recebida. As demonstrações atraíram a atenção e motivaram a participação dos alunos. Como foi a estratégia de ensino mais bem sucedida, foi reutilizada em praticamente todas as aulas da etapa exploratória.

O ambiente de trabalho

A Escola Estadual de Ensino Médio Arnulpho Mattos fica localizada no bairro República, no município de Vitória-ES, a cerca de dois quilômetros da Universidade Federal do Espírito Santo. A sala de aula onde este trabalho foi desenvolvido tinha aproximadamente seis metros de largura por dez de profundidade. Havia um quadro branco para escrita com pincel atômico, típico das aulas expositivas, e uma TV Multimídia ao lado do quadro. Os alunos, em número de 27, dispunham de carteiras do tipo cadeira e mesa, sendo que a mesa do professor era igual à dos alunos. Havia mais carteiras do que alunos, o que dificultava o deslocamento do professor para o atendimento individual. A estrutura das carteiras era feita de ferro, sendo que a maior parte das proteções de plástico dos pés já havia sido perdida. Isso gerava muito barulho sempre que alguém se movimentava. A sala ficava localizada ao lado da quadra de esportes do pátio interno da escola. Em todas as aulas ministradas sempre houve jogos de vôlei entre alunos, o que ocasionava barulho constante decorrente das jogadas e dos gritos. Além disso, a escola fica relativamente próxima à cabeceira do aeroporto de Vitória (Aeroporto Eurico de Aguiar Salles). Assim, de tempos em tempos o barulho dos aviões também interferia no andamento do trabalho do professor e na concentração dos alunos. Como as aulas ocorriam imediatamente após as aulas de educação física, os alunos sempre chegavam suados e agitados. Essa combinação de barulho com agitação em nada ajudou o desenvolvimento deste trabalho.

A aprendizagem significativa

Muito pouco pôde ser aplicado em sala de aula que lembrasse os princípios da aprendizagem significativa. Para começar, a utilização de organizadores prévios mostrou-se inviável. Como o assunto mudava a cada aula, isso exigiria um organizador por aula, o que tomaria muito tempo. Melhor teria sido o uso de um pseudo-organizador prévio sobre cinemática, a ser apresentado bem no início dos trabalhos.

O que melhor funcionou foi a exploração do conhecimento prévio dos alunos. Para isso foram utilizados fotos e vídeos com situações familiares relacionadas ao assunto do dia. Na próxima seção serão dados maiores detalhes.

Foram feitas inúmeras tentativas de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, mas isso foi muito prejudicado devido ao pouco conhecimento prévio dos alunos. As discussões promovidas em sala, em que os alunos foram incentivados a externar o que haviam compreendido sobre o assunto do dia, indicaram algum grau de diferenciação. Para evidenciar a reconciliação integrativa, ao final de cada aula sempre era proposta uma questão que exigia alguma transposição de domínio do assunto estudado. Em nenhum momento os alunos conseguiram acertar a resposta.

As estratégias de ensino

À medida que as aulas foram ocorrendo, a aplicação dos princípios da aprendizagem significativa foi sendo colocada em segundo plano. Ficou evidente que era mais urgente a utilização

de estratégias de ensino, pois os problemas disciplinares estavam começando a dominar a aula. Para isso, foram feitas algumas experiências com estratégias que exploram o conhecimento prévio do aluno, que usam trabalho cooperativo, envolvendo simulações computacionais e experimentos em sala de aula.

Estratégias que exploram o conhecimento prévio

Aula 1 – MRU: Para auxiliar a discussão sobre as grandezas físicas relacionadas ao movimento, foram exibidos na TV uma série de figuras de objetos e recursos computacionais cotidianos (relógio, cronômetro, calendário, trena, bússola, GPS, Google Maps, Google Earth, velocímetro e computador de bordo automotivo) e foi pedido aos alunos que identificassem a grandeza física (posição, deslocamento, distância percorrida, velocidade média, velocidade instantânea, etc.) que fosse mais relacionada ao objeto. Isso funcionou muito bem. Apesar dos alunos terem sérios problemas iniciais com a identificação da grandeza (pouco conhecimento prévio), houve interesse geral e melhora progressiva no processo de identificação.

Aula 2 – MRUV: A aula começou com a apresentação de afirmativas que deveriam ser julgadas corretas ou não. As afirmativas eram frases curtas e claras sobre os assuntos estudados na primeira aula. Houve boa participação, embora a grande dificuldade dos alunos estivesse relacionada ao uso da linguagem. É lamentável, mas era raro ouvir uma frase completa quando os alunos tentavam se manifestar. Como sabemos que os assuntos da ciência formam uma nova linguagem, que deve ser aprendida, foi possível perceber que os alunos eram visivelmente analfabetos científicos. Apesar disso, foi possível detectar algum avanço devido ao esforço que eles fizeram ao tentar externar suas ideias.

Estratégias baseadas no trabalho cooperativo

Na terceira aula da etapa preparatória, foi testada a estratégia de trabalho cooperativo em grupo. A turma foi dividida em grupos de três alunos. A atividade consistia em propor situações-problema envolvendo queda livre que seriam analisadas pelos grupos e apresentados à turma (grande grupo) para discussão. Essa estratégia definitivamente não funcionou. Primeiro que a formação dos grupos só contribuiu para aumentar a quantidade e a intensidade das conversas paralelas. Segundo, que a maior parte dos grupos não discutiu o que quer que fosse das situações propostas. É preciso lembrar que na primeira aula com essa turma o professor já havia enfrentado problemas disciplinares sérios.

Aula 3 - Queda livre: Foi feita nova tentativa de promover atividade cooperativa na turma. Tendo se em vista o resultado obtido na etapa preparatória, foi decidido que os alunos trabalhariam em duplas. Nesse dia havia 21 alunos em sala, o que fez com que o décimo grupo tivesse três alunos. O resultado dessa atividade, que durou cerca de 40 min, deixou muito a desejar. Quatro duplas ficaram completamente apáticas o tempo todo. Outras três resolveram conversar outros assuntos. Dentre as três restantes, que tentaram participar ativamente da atividade, apenas uma conseguiu analisar coerentemente as situações propostas.

Uso de experimentos em sala de aula

Foi a estratégia que melhor funcionou em sala de aula, tanto na etapa preparatória quanto na exploratória. Em todas as ocasiões em que foram conduzidos pequenos experimentos em sala o comportamento da turma se modificou. A atenção ao que seria apresentado era quase total. Também funcionou muito bem o uso de voluntários para auxiliar em pequenas tarefas. Definitivamente, esta é uma estratégia que merece ser explorada pelo professor de ensino médio.

Aula 1 – MRU: O assunto do momento era a medição do tempo em algumas situações práticas relacionadas à cinemática. Para isso, foi utilizado inicialmente um cronômetro digital. Percorrendo-se a pé uma distância de quatro metros, medido com o auxílio de uma trena, cronometrava-se o tempo para determinar a velocidade média no percurso.

Esse foi um experimento extremamente simples e que, em princípio, não haveria motivo algum para despertar a atenção de quem quer que seja. Mas não foi isso o que ocorreu. A atenção da turma foi total. O valor da velocidade média obtido, convertido para km/h, surpreendeu muitos alunos. Alguns já sabiam que uma pessoa adulta caminha a aproximadamente 4 km/h, mas nunca tinham comprovado isso. A maior parte dos alunos desconhecia essa informação e ficaram surpresos.

Em seguida o cronômetro foi guardado e substituído por um instrumento primitivo de medição de tempo - o pêndulo. Foi apresentado à turma um pêndulo constituído por uma carambola de pesca, feita de chumbo, suspensa por um pedaço de fio-urso de pouco mais de um metro. Foi necessário algum tempo para convencer a turma de que o pêndulo poderia ser usado como instrumento de medição de tempo. Mais uma vez a atenção da turma foi quase total. E não foi apenas ficarem parados prestando atenção. Foi um daqueles momentos em que o professor é metralhado por perguntas de todos os tipos e de todo lado. A maior parte das perguntas tinha a ver com “como é possível medir o tempo com isso?”. Foi uma excelente oportunidade para falar de padrões de tempo, das grandezas físicas associadas ao pêndulo, das propriedades do pêndulo e dos relógios de pêndulo. Haveria muito mais a ser discutido, sempre com atenção da turma, somente com aquele pequeno instrumento nas mãos.

Em seguida, o experimento da medida da velocidade média foi refeito, agora com o uso do pêndulo. Houve certa frustração por parte dos alunos logo que o resultado anterior não foi confirmado (4 km/h). Nesse momento surgiu a necessidade de falar sobre o uso de uma unidade de tempo arbitrária. Os alunos acabaram se convencendo de que para a reprodução do resultado anterior, o pêndulo deveria ser calibrado. Mas ainda assim persistiu o problema de como medir tempos fracionados com um pêndulo. Após alguns experimentos simples, eles ficaram convencidos de que isso não poderia ser feito com precisão.

Aula 3 - Queda livre: A medição do tempo voltou a ser assunto de experimentação em sala. Desta vez, para mostrar como Galileu havia deduzido sua famosa lei do movimento uniformemente acelerado $x = k.t^2$, sendo x a posição de um objeto e k uma constante, que é igual à metade da aceleração ($a/2$). Foram feitas algumas tentativas de se medir o tempo de queda de uma pequena esfera de aço de cerca de um metro e meio de altura com o auxílio de um cronômetro. Devido à curta duração do evento, houve muita variabilidade nos valores das medições, executadas por alunos voluntários. Os alunos foram incentivados a imaginar um meio de tornar o movimento de queda livre mais apropriado para estudo. Após algum debate, chegou-se à conclusão que o mesmo deveria ocorrer mais lentamente para poder ser cronometrado, ou seja, a mesma conclusão a que chegou Galileu no final do século XVI. Com algum auxílio do professor, os alunos concluíram que a queda livre nada mais é do que um tipo especial de MUV e que um plano ligeiramente inclinado poderia servir para seu estudo.

Pelo fato de não se dispor do aparato para uma demonstração apropriada do movimento de uma esfera num plano inclinado, foi exibido na TV um trecho do documentário “Galileu – A batalha pelo céu” (Axelrod, 2002), em que o experimento original de Galileu é reproduzido. Em geral, o uso de vídeos de documentários e trechos de aulas não foi bem recebido pelos alunos. A maioria deles logo perde o interesse e mostra-se sonolenta. Mas dessa vez foi diferente. Como se tratava de um problema que estava em discussão e era objeto de experimentação em sala de aula, o vídeo foi muito bem recebido e houve vários pedidos para que ele fosse repetido para que se pudesse observar melhor o que era mostrado.

Problemas disciplinares

Etapa preparatória

Foram muitos os problemas disciplinares enfrentados em ambas as escolas. Já na primeira aula da etapa preparatória, obteve-se uma amostra do que viria a ser esse estudo. Como a proposição original era testar um modelo de aula em que a participação dos alunos fosse dominante, inicialmente foi adotada estratégia de incentivá-los a externar suas ideias e opiniões. Nessa primeira aula, aproximadamente um terço da turma participou ativamente das discussões, um terço ficou em silêncio a maior parte do tempo e um terço ficou fazendo piadas sobre os assuntos em questão. A aula foi extremamente cansativa. Foi preciso fazer muito esforço para lidar com as provocações. Optou-se pela não punição desses alunos logo na primeira aula para não perder o rumo do planejamento que havia sido feito. Deve ser lembrado que a professora da turma estava presente. Mesmo assim os alunos não se sentiram intimidados e continuaram a atrapalhar a aula.

A segunda aula ocorreu numa turma diferente, porém com igual conteúdo da primeira. O mesmo problema disciplinar foi observado, porém numa escala menor. Isso favoreceu um pouco o trabalho do professor, sendo possível uma aula menos atribulada.

Para compensar, a terceira e última aula dessa etapa foi a pior de todas. Uma vez que os alunos já conheciam o professor e perceberam que sua presença era temporária, a gozação com os assuntos discutidos chegou a um limite insuportável. A única saída de emergência possível foi a de limitar a participação dos alunos, convertendo a aula para o modelo expositivo.

A conclusão inicial óbvia que pode ser tirada da etapa preparatória é a de que forçar os alunos a contribuir com ideias para chegar a alguma conclusão cansa muito mais do que simplesmente expor o assunto no quadro. Incentivar o aluno a falar pode se transformar numa armadilha para o professor. Para muitos alunos, fazer piadas para autopromoção é algo quase irresistível e ficar lutando contra as conversas paralelas pode minar as energias do professor. Na prática, a tentativa de aplicar um modelo de aula em que o professor falasse menos teve efeito inverso. Foi preciso falar muito mais, pois se os alunos não fossem motivados o tempo todo, as trocas de ideias morreriam.

Etapa exploratória

Tendo-se em vista os problemas disciplinares ocorridos na EEEM Prof. Fernando Duarte Rabelo, foram tomados cuidados especiais em relação ao controle da participação dos alunos. Ficou decidido que essa participação ficaria restrita aos momentos em que estratégias de ensino específicas fossem usadas. Isso funcionou muito bem na primeira aula e razoavelmente bem na segunda. No entanto, a terceira aula foi muito ruim em termos disciplinares. Não se conseguiu manter o controle da turma e o professor acabou perdendo parte do autocontrole. Isso ocorreu cerca de trinta minutos após o início da aula. A sensação que se teve nos momentos seguintes foi a de que nada que se fizesse poderia controlar os alunos. É interessante notar que a análise posterior das imagens mostrou sim uma situação disciplinar desfavorável, muito ruim em alguns instantes, mas aceitável a maior parte do tempo. Portanto, é razoável supor que a perda parcial de autocontrole pelo professor, por conta do nervosismo frente àquela situação, amplificou consideravelmente a dimensão do problema percebido.

Deve ser destacado que desde o início do trabalho na escola Duarte Rabelo, sempre houve uns oito ou dez alunos que atrapalhavam a aula de diversas maneiras. Normalmente era por meio de conversas paralelas, quase sempre em voz alta. Outros incomodavam por meio de respostas e comentários “engraçados” ou sem qualquer sentido, apenas para chamar a atenção de seus colegas. Outros ainda preocupavam-se em cutucar quem estivesse ao seu redor. Esse grupo de alunos era minoria na turma. Havia uns oito alunos que estavam realmente interessados em aprender alguma coisa. Os demais sempre adotaram uma postura de apatia constante e só ansiavam pelo final da aula. Assim, uns poucos alunos conseguiram desestabilizar o andamento das aulas e desequilibrar a percepção do professor.

Após a análise das três primeiras aulas, com especial atenção para a terceira, ficou decidido que a quarta aula, cujo assunto seria “Movimento de projéteis”, seria alterada para a aplicação de um *teste de conhecimento intermediário*, ou seja, um teste para avaliar o grau de aprendizagem até aquele momento. Na verdade, a aplicação do teste teve como objetivo apenas fazer uma pausa na sequência das aulas para tentar reaver o controle da turma, que havia sido perdido. Por esse motivo, não será feita qualquer análise sobre seu conteúdo e seus resultados.

Antes da aplicação do teste, a coordenadora da escola foi chamada à turma para alertar os alunos sobre os problemas disciplinares relatados pelo professor. Após conversar seriamente com os alunos, ela deixou claro que o professor visitante teria poderes iguais aos de qualquer professor da escola. Isso permitiria a aplicação das punições previstas no regimento da escola. Mas deve ficar claro que nunca houve qualquer intenção de transformar as aulas em sessões punitivas, pois isso não é compatível com um ambiente em que se deseja a ocorrência de aprendizagem significativa.

Tudo parecia bem quando os alunos foram embora após a aplicação do teste. No entanto, na quinta aula os episódios de indisciplina voltaram a ocorrer. Aqueles oito ou dez alunos comportaram-se tão mal quanto antes, ou seja, perturbando a aula. Aos trinta minutos de aula um aluno foi convidado a se retirar de sala e encaminhado à coordenação. Embora isso tenha melhorado o ambiente em termos disciplinares, acabou causando certo mal estar em todos. O professor foi o que mais se ressentiu com essa atitude. Já quase no final da aula, outro aluno foi também retirado de sala.

Tendo-se em vista esses acontecimentos e anteveendo-se a impossibilidade do reestabelecimento de uma situação disciplinar aceitável, decidiu-se pela interrupção do estudo.

Avaliação final

Na quarta-feira seguinte, em que seria ministrada a sexta aula da etapa exploratória, o professor retornou à escola para comunicar aos alunos e à direção da escola a decisão de interromper o estudo. Nessa ocasião, foi solicitado aos alunos para que respondessem a um questionário de avaliação das aulas. Este continha nove perguntas, que os alunos poderiam responder anônima e voluntariamente apenas assinalando com um X a resposta que lhe conviesse. Ao final havia um espaço para livre manifestação. Vinte e sete alunos responderam ao questionário. A análise das respostas às perguntas teve o seguinte resultado:

1. Você acha que conseguiu aprender com mais facilidade quando foi permitida a participação mais ativa sua e de seus colegas durante as aulas do Prof. Anderson?
 Sim: 52% Não: 4% Em parte: 44%
2. Como você julga o modelo de aula apresentada pelo Prof. Anderson em relação ao modelo de aula dos demais professores de sua escola?
 Melhor: 74% Pior: 15% Igual: 11% Não sei: 0%
3. Você acha que a participação dos alunos durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
 Sim: 48% Não: 19% Em parte: 33%
4. Você acha que a realização de experiências durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
 Sim: 89% Não: 4% Em parte: 7%
5. Você acha que a exibição de vídeos durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?
 Sim: 63% Não: 11% Em parte: 26%
6. Você acha que a exibição de imagens durante as aulas facilitou a compreensão dos assuntos?

Sim: 63% Não: 4% Em parte: 33%

7. Como você classifica a participação do Prof. Anderson na condução das aulas de Física dadas nesta sala?
 Muito boa: 26% Boa: 52% Regular: 19% Ruim: 4% Péssima: 0%
8. Você gostaria que outros professores utilizassem metodologia parecida com a que foi usada nessas aulas de Física, ou seja, com maior participação dos alunos?
 Sim: 85% Não: 7% Não sei: 7%
9. Como você definiria seu grau de satisfação em relação às atividades realizadas durante as aulas do Prof. Anderson?
 M. satisf.: 19% Satisf.: 33% Med. satisf.: 44% Insatisf.: 0% M. insatisf.: 4%

Na parte de livre manifestação do questionário, apenas dezessete alunos fizeram comentários. Segue a transcrição literal desses comentários.

“Professor Anderson, o senhor ajudou a gente compreender várias coisas; e deixar a aula um pouco mais dinâmica. Mas mesmo assim alguns alunos não compreenderam muito bem, mas eu gostei muito”

“Valeu professor.”

“Acho que o uso das experiências ajudou muito na compreensão dos alunos, pois divertia, assim prendendo a atenção.”

“Se as aulas não fossem depois da E.F. e nem ocupassem o tempo dos alunos a mais na escola, as aulas poderiam até continuar beim.”

“Acho que as imagens e o os vídeos ajudaram bastante.”

“Professor as suas aulas foram muito importante para mim ispere, quando eu passa na UFES ser seu aluno em física. Desculpa-nos perdemos um grande mestre.”

“Muito obrigado, me ajudou muito! Parabéns.”

“Gostaria que continuassem essas aulas. Mas entendo que é muito complicado com pessoas não interessadas nos assuntos, mas que, não concordo de que seremos prejudicado por algumas pessoas. Poderiam tirar da sala?”

“Bom o método dese de insino é muito bom mas não deu muito certo pois a sala não cooperou para que a realização foce positiva. Então com tantos interrompimentos nas aulas prejudicou bastante a aula. Você é um ótimo professor e se eu foce você eu realizaria esse metodo em outra escola, alunos mais interessados; eu gostei muito e acho que os alunos não valoriram isso tanto quanto eu.”

“Eu não gosto muito de Fisica e acredito que a turma também não goste, mais as aulas foram ótimas e quem não aprendeu é porque faltou interesse da pessoa. Para ser sincera contigo “eu” não aprendi muita coisa, mais foi por dificuldade minha, pois suas aulas foram bem dinâmica e interativa. Sucesso para o senhor, e Brigado por ter nos concedido a sua presença, e se nossa turma te magoou nos desculpe. Fica com Deus e muito sucesso!”

“Apesar de eu não ter prestado muita atençonas aulas; gostei muito, foi mais um marco importante da minha história. Obs. Veleu Prof. Até mais! 2015 te vejo na UFES.”

“Gostei bastante das aulas, aprendi coisas que nunca tive aprendido, mais também teve aulas em que eu não consegui aprender nada. Se tive de novo essas aulas eu ficaria de novo, porque é exelente termos oportuidades como essa de aprender um pouquinho. Gostei muito.”

“Foi bom conhecer o professor, não aprendi muito mais também foi legal, conheci um novo método de aprendizagem gostei... Valeu professor.”

“As aulas além de educativas foram muito divertidas em parte, acho que o senhor professor deveria não utilizar muito a participação dos alunos e se for necessária a participação deles você mesmo escolher o aluno assim fica menos bagunça e dá pra compreender melhor a aula”

“Bom, eu acho que ele deveria ter opiniões mais filosóficas a questão de alguma pessoa ou seus alunos e que ele pudesse melhorar o ritmo da aula, mais explicação literalmente.”

“Acho que todos gostam só não querem ficar na aula para jogar ping-pong. Eu gosto.”

“Gostaria que esse método fosse utilizado mais vezes”

Como se pode ver nos percentuais das respostas aos itens do questionário e nos depoimentos livres, de maneira geral os alunos gostaram da experiência com a aula interativa e a consideraram produtiva. Além disso, é possível perceber que a indisciplina de alguns alunos incomodou aqueles interessados na aula.

COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÃO

Ao tentar extrair conclusões deste estudo, devem ser abstraídas as características pessoais do professor, que muito pode ter contribuído para o término precoce do estudo. Um bom modelo de aula deve ter plasticidade suficiente para ser viável com professores de ampla gama de personalidades.

A análise equilibrada desse estudo indica que o que deve ser valorizado para ir com sucesso além da aula narrada, ou expositiva, é o uso de estratégias de ensino criteriosamente escolhidas. A aplicação da teoria da aprendizagem significativa, ou de outra teoria de aprendizagem, deve ocorrer de forma natural e imperceptível para os alunos. Estratégias que exploram o conhecimento prévio dos aprendizes são essenciais. Os alunos gostam de falar sobre as coisas que conhecem e o professor deve explorar isso a seu favor.

O trabalho colaborativo em grupo não funcionou bem nessas aulas de física. Poderiam funcionar bem se fosse outro o professor? É possível. Mas sem dúvida deve haver algumas disciplinas em que o trabalho em grupo funciona melhor. É o caso das disciplinas das ciências humanas. No ensino universitário, o uso de trabalho em grupo nessa área é comum e funciona relativamente bem.

Sem dúvida alguma, a estratégia que melhor funcionou neste estudo foi o uso de experimentação em sala de aula. Como já foi dito, em todas as oportunidades em que foi usada, essa estratégia ocasionou forte participação dos alunos. Além disso, o experimento funcionou como semente para discussão dos mais variados fenômenos e situações.

O uso de vídeos de forma isolada em geral não provocou interesse nos alunos, mas quando o vídeo foi usado para melhorar a compreensão de uma situação gerada no experimento em sala, o interesse dos alunos ficou logo evidente.

É comum a sugestão de utilização de simulações e vídeos em sala de aula, porém um ponto a destacar nesse estudo é que o primeiro autor deste trabalho realizou uma experiência didática em condições reais de sala de aula do ensino médio, para aprimorar a sua proposta didática antes de levá-la a professores do ensino médio.

AGRADECIMENTO

Nossos sinceros agradecimentos à direção, à coordenação, à supervisão pedagógica e aos alunos das escolas estaduais de ensino médio Prof. Fernando Duarte Rabelo e Arnulpho Mattos que tornaram possível a execução deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

AXELROD, D. (2002) **Galileo's Battle for the Heavens**: Green Umbrella, LTD for WGBH/Boston in association with Channel 4.

BOOTH, K. M.; JAMES, B. W. (2001) Interactive learning in a higher education Level 1 mechanics module. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 9, p. 955-967.

ENEM (2010) Exame Nacional do Ensino Médio Disponível em: < <http://www.enem.inep.gov.br/> >. Acesso em: 01/03/2011.

FINKEL, D. L. (2000) **Teaching with your mouth shut**. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers.

HAKE, R. R. (1998) Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74.

HAMMER, D. (1997) Discovery learning and discovery teaching. **Cognition and Instruction**, v. 15, n. 4, p. 485-529.

MOREIRA, M. A. (1999) **Aprendizagem significativa**. Brasília: Universidade de Brasília.

_____. (2006) **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

_____. (2010) Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. VI Encontro Internacional/III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo-SP.

PCNEM (2006) Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Orientações curriculares para o ensino médio**, Brasília-DF, Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf >. Acesso em: 01/03/2011.

PCNEM+ (2006) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**, Brasília-DF. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> >. Acesso em: 01/03/2011.

PROUNI (2010) Programa Universidade para Todos. Brasília-DF. Disponível em: < <http://siteprouni.mec.gov.br/> >. Acesso em: 01/03/2011.

SEDU (2010) **Currículo básico escola estadual**. Vitória-ES: Secretaria de Estado da Educação.