



X COLÓQUIO INTERNACIONAL

"Educação e Contemporaneidade"

22 a 24 de Setembro de 2016
São Cristóvão/SE - Brasil



ISSN: 1982-3657

O Uso da CTSA no Ensino de Física no Projeto PIBID - UFS

LUIZ ADOLFO DE MELLO

EIXO: 21. MESTRADO PROFISSIONAL, PESQUISA APLICADA NO ENSINO E NA SALA DE AULA

Resumo: Vamos relatar a experiência e os desafios na implementação de um projeto de ensino no departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe (UFS), através do programa institucional de Bolsa à Iniciação a Docência (PIBID). O projeto é baseado na metodologia da "Aprendizagem baseada em Projetos". Os referenciais teóricos utilizados são os da aprendizagem significativa de Ausubel, modelos mentais de Jhonson-Laird e Concepções Alternativas. Neste trabalho se discute as dificuldades de se implementar um projeto baseado em sequencias didáticas que contenham atividades experimentais e que produzam efetivamente aprendizagem significativa. Finalmente, vamos relatar o engajamento e as percepções que nossos licenciandos estão tendo do projeto e de sua importância na formação profissional dos mesmos. Abstract: We will report the experience and challenges in the implementation of an educational project in the Physics Department of the Federal University of Sergipe (UFS) through the Institutional Program of Scholarship to Introduction to Teaching (PIBID). The project is based on the methodology named "Project Based Learning". The theoretical frameworks used are meaningful learning of Ausubel, mental models Jhonson-Laird and Alternative Conceptions. This paper discusses the difficulties of implementing a project based in teaching sequences that contains experimental activities and that effectively produces meaningful learning. Finally, we report the engagement and perceptions that our undergraduates are taking of the project and its importance in their training.

Introdução A maioria das críticas ao ensino tradicional refere-se ao fato de que nesta metodologia de ensino o estudante é tratado como mero ouvinte das informações que o professor tendo muito pouca participação no processo de aprendizagem. As informações transmitidas em sala de aula são o resultado de pesquisas e estudos motivadas por questionamentos e/ou conflitos de gerações

anteriores ao aprendiz. Entretanto, esses conflitos e questionamentos não fazem parte do nosso cotidiano. Consequentemente, as aulas expositivas respondem a questionamentos que não tem nenhuma relação a vivência dos alunos. Isso só gera uma visão a problemática ou dogmática da ciência. Assim, tais informações não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem produzida não é significativa. [Guimarães, 2009] Outra reclamação quanto ao ensino de física é que este curso é muito matematizado e que possui pouca relação com a realidade com o cotidiano dos estudantes. Fazer ciência, ensinar ciência e formar cientistas aparentemente parece ser a mesma coisa, mas não é bem assim. Principalmente no século passado, com o surgimento da física teórica e com a explosão de conhecimentos, formar um cientista tornou-se uma tarefa tão dispendiosa (de tempo e estudo) e que obrigou o surgimento de especializações e pós-graduações como mestrado e doutorado. Devido à grande quantidade de conteúdo e matemática que o aluno tem que absorver, sobrou muito pouco tempo para as práticas experimentais e lúdicas. Atualmente, o ensino é visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o qual gera um desinteresse total pelo trabalho escolar. Os alunos preocupam-se apenas com a nota e com a promoção, os assuntos estudados são logo esquecidos, o que acarreta que estes não percebem que os conteúdos são apresentados em uma ordem coerente com a construção do conhecimento e aumentam os problemas de disciplina. [Alves, 2005] Por outro lado, apesar de todos os esforços do MEC, os currículos universitários para o curso de licenciatura são carregados de disciplinas do módulo do Bacharelado fazendo com que os discentes do curso de licenciatura sintam que a Física ensinada a eles seja muito distanciada da Física escolar que estes devam lecionar. A falta de disciplinas multidisciplinares e de incentivo a uma formação mais humanística faz com estes egressos despreparados para fazer a ponte entre o conteúdo a ser ministrado e as aplicações práticas na ciência, tecnologia e sociedade. Deste modo e com o apoio espontâneo dos bolsistas do projeto Física PIBID/SC, elaboramos atividades experimentais a serem aplicadas em sala de aula nas quais introduzimos aplicações da CTSA na motivação realizada na pré-aula e no questionário inserido no relatório destes. Na sequência apresentamos como utilizamos uma metodologia de ensino através do uso da CTSA para obter uma aprendizagem significativa nos instruendos. **O Projeto de Ensino de Física PIBID realizado na UFS** O projeto de ensino de Física realizado pelo Departamento de Física da UFS está baseado na confecção de experimentos de baixo custo que possam ser reproduzidos em qualquer escola do ensino médio do Brasil, segundo recomendações do projeto brasileiro de ensino de física (PBEF) [Garcia; 1970]. A seleção dos experimentos é feita de acordo com o andamento das aulas de física da escola estadual envolvida no projeto. Cada experimento é acompanhado por um relatório de atividades elaborado pelos bolsistas do projeto e sob a supervisão do professor coordenador do projeto. O formato desses relatórios teve a inspiração dos projetos PROFIS (2015),

RIVED (2015), LADEF (2015), Educ@r (2015), Cienciamão (2015) e outros, e adaptados para a realidade das escolas Estaduais de Aracaju. Devido ao fato de que o projeto PIBID disponibilizar somente verba de custeio e bolsa para professores, estudantes e supervisores, ficamos limitados a um projeto que visasse produzir experimentos de baixo custo, simulações e animações virtuais, e apostilas de apoio didático a este material. Deixamos a possibilidade de se produzir vídeos aulas e materiais mais elaborados para uma segunda etapa. Os relatórios de atividades são compostos por: um Objetivo, uma Introdução, Contexto (breve resumo da teoria), Material a ser Utilizado, Como Realizar o Experimento, Para Você (questões conceituais e às vezes algumas quantitativas). Escolhido e confeccionado o experimento realizamos vários ensaios de modo a determinarmos como deveria ser a parte “Para Você” das atividades, e para discutirmos como deveria ser realizada a aula. Devido à limitação de tempo e de termos que trabalhar em sala de aula, tivemos que trabalhar com experimentos previamente montados e elaborados, o que limitou a interação dos estudantes com estas atividades. Esta limitação é compensada pela presença de quatro bolsistas que ficam tutorando e questionando os estudantes durante todo tempo. A presença de quatro bolsistas na atividade permite que trabalhássemos com questões do tipo ENEM e do tipo concepções alternativas. Assim, podemos trabalhar os conhecimentos prévios dos estudantes e discutir empiricamente os conceitos de Física. Mais detalhes do projeto ver de Mello (2013). O Desafio de se Promover Aprendizagem Significativa A teoria da aprendizagem significativa é uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Segundo David Ausubel (*apud Moreira, 2006*), “*é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo*” (p. 14). Se a pretensão do educador é ensinar significativamente, este deve começar avaliando o que o aluno já sabe e então ensinar de acordo com esses conhecimentos [Guimarães, 2009]. Portanto, o fator mais importante, segundo Ausubel (*apud Moreira, 2006*), *que influencia na aprendizagem significativa, é se certificar daquilo que o aluno já sabe*. Nesse processo se deseja que a nova informação interaja com uma estrutura de conhecimentos específicos, ao qual Ausubel chama de “conceito subsunçor”, estabelecendo ligações ou “pontes cognitivas” entre o que ele sabe e o que ele está aprendendo (Moreira, 2006). Segundo Pelizzari (2002) para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições.

I) O aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem produzida será mecânica.

II) O conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é

uma experiência que cada indivíduo traz consigo. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio. Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre somente quando uma nova informação liga-se cognitivamente a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Vale ressaltar que não se trata de uma mera união memorística, mas um processo de assimilação em que a nova informação modifica os conceitos subsunçores. [Moreira, 1995] Isso significa que não é um processo simples avaliar o que o sujeito sabe ou se está ocorrendo aprendizagem significativa para em seguida agir de acordo. No entanto, segundo Guimarães (2009)

é possível encontrar vestígios dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do sujeito que está aprendendo ou se os conhecimentos novos estão se conectando cognitivamente aos conhecimentos existentes. Para isso é necessário que o educador crie situações (questões, problemas, experimentos, etc.) que obriguem os instruídos a transformar o conhecimento original ou novo em ações e expressá-lo em forma de linguagem oral ou escrita. Ou seja, situações que permitem ao educador ter indícios daquilo que o aluno já sabe ou está aprendendo são aquelas que exigem transformações do conhecimento aprendido. [Moreira, 2006; Guimarães, 2009].

“FÍSICA DAS COISAS” VERSUS AS “COISAS DA FÍSICA” [GREF, 2015] Como dissemos anteriormente, quanto à sua confecção o nosso projeto é realizado segundo a metodologia da aprendizagem por problemas. Isto é, as atividades experimentais são escolhidas e preparadas em comum acordo e em cooperação com os bolsistas. Mas, devido à baixa carga horária da disciplina de Física os estudantes das escolas não participam de sua idealização e confecção. Isso faz com que a atividade seja não problemática para eles. Por exemplo, eles nunca se perguntaram como eliminar o atrito para se produzir movimento uniforme. Com o intuito de se remediar este problema utilizamos duas técnicas de ensino. A metodologia do grupo de relaboração do ensino de Física [GREF, 2015] denominada de “Física Das Coisas” Versus As “Coisas Da Física” e o uso das CTSA[1] como técnica motivacional na pré-aula. Por exemplo, na introdução da aula em que abordamos velocidade média no movimento uniforme (denominada de parafuso e arruela), antes de se recordar os conceitos de velocidade média e média das velocidades, é interessante explicar aos estudantes o do porque a arruela descer com velocidade constante, e comparar com o experimento distribuído pelo estado da esfera descendo em um tubo contendo glicerina. Nesse ponto aborda-se a dificuldade de se produzir movimento uniforme em condições não laboratoriais, isto é, sem colchão de ar. Também, se aborda questões dinâmicas como a explicação de que devido à resistência do ar se tem que manter um carro acelerado para que o automóvel

permanença com velocidade constante. A partir desse conceito de seu cotidiano que se explica que é a viscosidade, resistência, da glicerina que faz com que a esfera dentro do tubo desça com movimento uniforme. Em seguida se explica, semelhantemente, que é devido aos choques constante das bordas do furo da arruela com a rosca do parafuso (resistência) que esta adquire rotação e desça o parafuso com velocidade constante. Como outro exemplo, no caso do experimento da dilatação linear de uma barra de metal a solução encontrada por um dos meus bolsistas[2] é inteiramente original, mas, completamente alheia aos estudantes. Para eles perceberem que o efeito da dilatação é muito pequeno, da ordem de 1,5 mm para barras de 1,3 m de aço inoxidável, fazemos perguntas na introdução da atividade do tipo: Se a dilatação linear fosse relativamente grande; 1) o que ocorreria com a porta de um carro fabricado no Canadá e vendido na Arábia Saudita?

2) o que ocorreria com a carroceria de um carro depois de ligarmos e a aquecermos o seu motor? Na parte da atividade "Para Você" introduzimos questões conceituais que, em princípio, devem fazer com que eles pensem ou reflitam na problemática do experimento. Por exemplo: no experimento parafuso e arruela damos maior ênfase à observação por parte deles que o movimento é uniforme do que ao cálculo da velocidade média, introduzindo questões do tipo:

A arruela tem velocidade escalar (rapidez) constante?

Ou seja, podemos dizer que a arruela desce o parafuso com Movimento Uniforme?

Se considerarmos um deslocamento fixo – 20 cm, por exemplo – teremos tempos iguais qualquer que seja a parte do percurso escolhida?

No experimento de dilatação térmica fazemos o mesmo introduzindo questões do tipo:

Por que no resfriamento o movimento no anteparo (parede) do ponto de luz é mais lento?

Você saberia explicar como o calor da chama da vela faz com que o comprimento da barra aumente?

O uso da CTSA na Promoção de Aprendizagem Significativa Um dos estudiosos da questão Ziman (1985, p.39) é um crítico do ensino tradicional fragmentado em disciplinas com o propósito de transmitir uma "representação esquemática e sucinta de áreas do conhecimento que em conjunto formam um campo do conhecimento científico, tais como a Física e a Química". Para esse autor o ensino de CTS deveria substituir o ensino tradicional, pois permitiria de forma interdisciplinar (ciência, tecnologia, psicologia, história, filosofia, sociologia), romper a impressão oriunda do ensino tradicional de que os campos do conhecimento científico seriam caixas fechadas e seladas e possibilitaria construir uma visão mais crítica acerca da ciência. [Leal e Gouveia, 1999].[3] No mundo atual dos computadores, celulares, televisão a plasma e outros dispositivos, parece que

atividades lúdicas feitas com materiais de baixo custo sejam insignificantes ou simplórias. Por exemplo: o experimento de determinação da capacidade calorífica do metal, feita com um ebulidor elétrico, duas garrafas pet de 350 ml, uma caneca de leite e um multímetro com função termopar parece uma atividade desmotivadora. Levando-se em conta o fato que o cálculo do balanço energético ocupar um quarto de lousa, tornaria essa atividade um tanto enfadonha. Assim, outra forma de motivarmos os estudantes e os bolsistas nas atividades experimentais foi através do uso de ideias tiradas da CTSA nas introduções destas atividades. Por exemplo, no experimento do calorímetro introduzíamos a CTSA no ensino através de um experimento que simula uma câmara de explosão de um motor de automóvel como forma de ilustrarmos as aplicações do uso do conhecimento sobre trocas de calor e determinação da capacidade térmica de um calorímetro. A partir do fato de que o calorímetro esquentava com a explosão, discutíamos a razão da existência do radiador nos automóveis, o efeito estufa, e o problema do rendimento do motor dos automóveis, etc. Também, abordava-se o fato das turbinas dos jatos serem revestidas de cerâmica e que os motores dos carros mais modernos serem feitos de alumínio. Em outra atividade onde se estima o equivalente mecânico do calor, se aborda o tema de como é calculado e/ou medido a eficiência das máquinas térmicas e elétricas. Abordam-se os problemas dos efeitos da industrialização e mecanização dos meios produtivos da sociedade sobre o meio ambiente. Usando dois ou mais tipos de liquidificadores se compara o rendimento destes. Medindo o rendimento do liquidificador em suas diversas velocidades e funções permite estudar a variação de seu rendimento com estas opções. No caso das atividades de cinemática mudamos o enfoque na importância de se obter a equação ou o gráfico do movimento e passamos a enfatizar a importância de se fazer previsões ou determinar os tempos de eventos. Essa pequena mudança de enfoque na atividade experimental permite que se introduza e discuta a importância na nossa vida diária da determinação das velocidades médias, muitas vezes traduzidas nos tempos gastos por uma determinada atividade ou por evento. Permite que abordemos em sala de aula, e usemos como motivação, a teoria dos "tempos e métodos" do Taylorismo e Fordismo, teoria essa base para a teoria da administração de empresas. A isto relacionamos a importância de: estimar o tempo de viagem de uma cidade a outra ou a pé de um local a outro (as velocidades médias de um carro de passeio é 70 km/h e uma pessoa andando a 5 km/h), localizar objetos como aviões ou mesmo peças sobre esteira de uma indústria para que o operador de outras máquinas possa realizar seu trabalho sobre aquelas sem perder tempo. Ainda é dito a semelhança matemática entre velocidade da cinemática e velocidade de download para que os estudantes percebam o caráter genérico que a velocidade pode adquirir. **Resultados e Discussão** Apesar da grande melhora no ensino

e do engajamento dos bolsistas e alunos das escolas participantes, tivemos certa dificuldade em produzir uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. No início do projeto (2011) nos restringíamos a explicar aos estudantes no começo da aula experimental o do porque a arruela descer com velocidade constante. Ao analisarmos os relatórios destes constatamos que estes só se preocupavam em medir os tempos de translado da arruela e calcular suas velocidades médias, sem se aterem o do porque esta se mover com velocidade constante – a Física por detrás do fenômeno. Constatamos o fato já conhecido, de que devido às dificuldades de domínio de conceitos de matemática (neste caso cálculo) os estudantes se preocupavam de tal maneira com o cálculo que se esqueciam de observar atentamente o fenômeno físico estudado. Para minimizar o fato de passar despercebido o fenômeno físico do porque a arruela descer com MRU se acrescentou algumas questões problematizadoras que devem induzi-los a se questionar sobre o fenômeno físico envolvido. Ou seja, passamos a cobrar deles a explicação do fenômeno físico.

Através da análise dos relatórios dos estudantes, constatou-se que apesar dos estudantes participantes terem melhorado a sua compreensão dos conteúdos de cinemática, a sua capacidade de descrever o fenômeno físico continua sendo muito limitada. O mesmo ocorre com os experimentos de termologia. Observamos que apesar dos estudantes participarem e gostarem das atividades, estes tinham muita dificuldade em reelaborar o conteúdo com suas próprias palavras. O fato mais notório era o de não conseguirem perceber a razão da barra dilatar mais rapidamente do que contrair quando apagávamos as velas. Apesar de alguns poucos perceberem ou verbalizar que isto era devido ao fato da vela estar acesa, nenhum deles conseguia perceber que a chama era uma fonte de calor. Isto acarretou que introduzíssemos uma questão (colocada acima) perguntando sobre a função da vela. Na sequência do projeto pretendemos introduzir a metodologia do Peer Struction, para tentarmos resolver ou amenizar este problema. Mas, acreditamos que a razão principal deste problema se encontra no fato deles não terem pensado previamente sobre a problemática de se realizar o experimento. Mas, através da elaboração destes experimentos muito simples é possível abordar temas abstratos da Física e da ciência em geral de forma lúdica, mais ou menos significativa e motivante. Mostramos, também, aos nossos estudantes de licenciatura e futuros professores como uma aula de Física pode ser ilustrativa, conceitual e lúdica. Todos concordaram que um simples experimento ilustrativo poderia esclarecer, consolidar e tornar significativa a aprendizagem dos conceitos físicos ministrados em sala de aula. Através de entrevistas com os professores destas turmas foi possível constatar que houve uma melhora significativa no empenho e aplicação dos estudantes no estudo de ciências. Após a aplicação destas aulas em uma turma a outra já aguardava pelas nossas aulas. Fato muito importante é que os nossos bolsistas começaram a ficar, também, entusiasmados com o projeto.

Começaram a perceber a viabilidade de se introduzir experimentos dentro de suas aulas, que é o objetivo central do projeto.

[1] Ver Pinheiro (2007) e referências.

[2] Raphael Aquino.

[3] Mais detalhes ver Pinheiro (2007).

REFERÊNCIAS

Alves, V. C., and M. Stachak. (2005) "A importancia de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade." *XVI Simpósio Nacional de ensino de Física-SNEF. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente-SP* (2005): 1-4.

Cienciamão. (2015). Recursos para Educação em Ciências. URL: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_aforcadoar-principiodaac.
Acessado em: 11/11/2015.

EDUC@R (2015). Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia, (2013). <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.
Acessado em: 11/11/2015.

GARCIA, NMD (2012); *ENSINANDO A ENSINAR FÍSICA: UM PROJETO DESENVOLVIDO NO BRASIL NOS ANOS 1970*,
Disponível em:
<<http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-coautorais/eixo02/Nilson%20Marcos%20Dias%20Garcia.pdf>

>.

Acessado em: 12/09/2015.

GRAF (2015). Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. URL: [http://](http://www.if.usp.br/gref/)

[www.](http://www.if.usp.br/gref/)

[if.usp.br](http://www.if.usp.br/gref/)

[/gref/](http://www.if.usp.br/gref/).

Acessado em: 11/11/2015

Guimarães, C. C. (2009) - "Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa." *Química Nova na Escola* 31.3 (2009): 198-202.

LADEF (2015); Laboratório Didático para o Ensino da Física. URL: [http://](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt)

[www.](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt)

[fis.unb.br](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt)

[/gefis/index.php](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt)

[?](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt)

[option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt](http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=196&lang=pt).

Acessado em: 11/11/2015

Leal, M. C., and G. Gouvêa. (1999) - "Ensino de Ciências e Ciência Tecnologia e Sociedade: comparando perspectivas no ensino formal e não-formal." *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* 2.

De Mello, LA. et al. (2013) - "PIBID e os Projetos de Ensino de Física." *Scientia Plena* 9.10 (2013).

MOREIRA, M. A. (1995); Teorias de Aprendizagens, EPU, São Paulo, 1995.

Moreira, M. A. (2006) - *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Editora Universidade de Brasília, 2006.

Pelizzari, A., Kriegl, M. D. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L., & Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *revista PEC*, 2(1), 37-42.

Pinheiro, N.A.M., R.M.C.F. Silveira, and W.A. Bazzo. (2007) "Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio." *Ciência & Educação* 13.1 (2007): 71-84.

PROFIS (2015). Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física URL: [www.](http://www.if.usp.br)

[if.usp.br](http://www.if.usp.br)

/profis/ .

Acessado em: 11/11/2015

PROLICEN (2015). Programa de Licenciatura. URL: <http://>

www.fisica.ufpb.br

[fisica.ufpb.br](http://www.fisica.ufpb.br)

[/ prolicen/](http://www.fisica.ufpb.br/prolicen/).

Acessado em: 11/11/2015

RIVED (2015). Rede Interativa Virtual de Educação. URL: <http://>

rived.mec.gov.br

[/](http://rived.mec.gov.br/).

Acessado em: 11/11/2015

ZIMAN, J. (1985) Enseñanza y Aprendizaje sobre la Ciencia y la Sociedad. México: Fondo de Cultura Económica.

[1] Ver Pinheiro (2007) e referências. [2] Raphael Aquino. [3] Mais detalhes ver Pinheiro (2007).

Agradecimentos Agradecemos ao apoio financeiro da CAPES e a SBFISICA pelo apoio ao MNPEF.

Recebido em: 04/07/2016

Aprovado em: 05/07/2016

Editor Responsável: Veleida Anahi / Bernard Charlort

Metodo de Avaliação: Double Blind Review

E-ISSN:1982-3657

Doi: