

O Ensino de Física nos Cursos de Engenharia: Uma abordagem de métodos mistos



Maud Rejane Souza¹, Josefina Barrera Kalhil² e Geraldo de Pontes e Souza³

¹Departamento de Engenharia, Universidade Nilton Lins, Av. Professor Nilton Lins n. 3259, Parque das Laranjeiras, CEP: 69083-250, Manaus, Amazonas, Brasil.

²Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas Av. Djalma Batista n. 2470, complemento: chapada CEP: 69050-010 Manaus, Amazonas, Brasil.

³Departamento de Eletrotécnica Instituto Federal do Amazonas, Av. Danilo Areosa n. 1672, Distrito Industrial Manaus, Amazonas, Brasil.

E-mail: maudsouza@hotmail.com

(Received 25 November 2014, accepted 14 February 2015)

Resumo

Este trabalho é resultado de uma pesquisa utilizando uma abordagem de métodos mistos, que se desenvolveu a partir de um quase-experimento, em duas turmas de Física I, com a participação de 41 alunos, do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins, em Manaus, divididos em dois grupos, o controle e o experimental. Para isso utilizamos uma proposta metodológica de ensino de Física onde foi dada ênfase ao diálogo e no resgate do saber dos alunos, utilizando a resolução de problemas e atividades experimentais, aplicando o conteúdo de mecânica a Engenharia. Para validar essa pesquisa aplicamos questionários abertos e fechados um de opinião no início da pesquisa e o outro ao final para comparar se foi modificada a opinião dos alunos, utilizamos também os exames iniciais e finais da disciplina para avaliarmos o aprendizado das turmas. A análise dos resultados obtidos mostra que a Proposta Metodológica utilizada, produziu efeitos de melhoria da qualidade e compreensão dos conhecimentos de Mecânica, aumentou a capacidade de resolver problemas de Física e o índice de aprovação foi maior.

Palavras chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Métodos Mistos.

Abstract

This work is the result of a research using a mixed methods approach, which developed from a quasi-experiment, two groups of Physics I, with the participation of 41 students from Engineering course at the University Nilton Lins, in Manaus, divided into two groups, the control and the experimental. For this we use a methodology Physical education where emphasis was given to dialogue and the rescue of knowledge of students, using the experimental resolution of problems and activities, always applying the mechanics of content Engineering. To validate this research apply open and closed questionnaires an opinion at the beginning end was modified to compare if the opinion of the students also used the initial tests and end of the course to evaluate learning of classes. The analysis of the results shows that the Methodological Proposal used, produced of quality improvement and understanding of the mechanics of knowledge, increased ability to solve problems of physics and the pass rate was higher.

Keywords: Physics Education, Meaningful Learning, Mixed Methods.

PACS: 44.10.+i, 44.40.+a, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUÇÃO

As pesquisas desenvolvidas recentemente no Brasil revelaram que o ensino da Física utiliza pouca ou nenhuma atividade prática e experimental e essa carência educacional passou a ser considerada a “vilã” responsável pelos baixos índices de desempenho dos alunos em todas as etapas do processo de aculturação. A reclamação mais comum é que a evolução científica e tecnológica que ele encontra fora da sala de aula e em seu ambiente de trabalho não condizem com a realidade de classe. [1, 2, 3, 4, 5].

Por outro lado, os livros de Física utilizados nos cursos de Engenharia se caracterizam pela aplicação de exercícios

repetitivos, com o uso excessivo da linguagem matemática, sem uma interpretação dos aspectos relacionados à situação e fenômenos envolvidos no cotidiano dos alunos e da aplicação desse conhecimento no campo de formação específica do engenheiro, limitando-se apenas a teoria.

Uma investigação realizada por [6], aponta que o ensino tradicional que prioriza a dicotomia entre o ensino da parte teórica e a experimental, não favorece o desenvolvimento do pensamento dedutivo e com ele a capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos, é uma das razões do fracasso dos estudantes na aprendizagem da Física.

Neste artigo partimos de uma breve revisão teórica que fundamentam este trabalho, descrevemos a metodologia aplicada e as condições em que ela foi utilizada pelos alunos do curso de Engenharia, em seguida apresentamos os resultados obtidos e a discussão destes e por fim as conclusões desta experiência.

II. O CURSO DE ENGENHARIA E A FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Atualmente, vivemos em uma era dominada pelo uso intenso da tecnologia. O domínio dessas tecnologias tem sido base importante tanto para o desenvolvimento sociocultural como para a independência financeira e política do país no cenário internacional.

A Engenharia, dentre as diversas profissões, tem se destacado por ser em si própria um dos pilares do desenvolvimento econômico, pois é o setor que promove e estimula a pesquisa e inovação tecnológica, que são os motores da revolução industrial e tem contribuído na construção de sociedades fortes e bem adaptadas ao meio ambiente.

A Física não é menos importante, pois surge como o alicerce da Engenharia e atua na formação básica. Quando o estudante aprende Física fica alicerçado para receber os conhecimentos profissionalizantes.

Apesar de existirem muitas pesquisas relacionando o ensino e a aprendizagem da Física com os conhecimentos da Engenharia no Brasil, estas ainda não são suficientes para modificar a metodologia em sala de aula e proporcionar melhorias nos resultados obtidos.

No artigo o Apagão dos Engenheiros no Brasil, publicado na página do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), Sertek [8], relata que atualmente há um apagão de engenheiros no Brasil, e a principal causa, segundo ele é:

“a dificuldade para assegurar a continuidade dos estudantes nos cursos de engenharia é a precariedade do ensino fundamental e médio do país, acumulando apagões de habilidades para o pensamento abstrato, pela deficiência da aprendizagem da Matemática e Física” [8].

O artigo revela ainda uma pesquisa relatando que para se atender à demanda de crescimento do país é necessário que haja um número ideal de engenheiros em torno de 25 por mil trabalhadores; hoje estamos com 6 por mil, o que demonstra a idéia apontada anteriormente. Nos EUA, China e Coréia esse número é de 25 por mil, e na Índia, 22 por mil. Por outro lado, o almejado crescimento de 7% anual do Produto Interno Bruto (PIB), que supera a média de 4% histórica do período republicano recente, exigirá, além do aumento e aprimoramento dos cursos de engenharia, o investimento forte em qualidade de ensino, especialmente nas fases iniciais do curso.

A baixa qualidade da nossa educação é o obstáculo decisivo para o crescimento na melhoria do capital humano nas universidades. Para [3] as universidades desenvolvem papel fundamental no processo de formação dos

engenheiros e que os professores que atuam nessa área devem desenvolver uma nova prática pedagógica.

O perfil do egresso de Engenharia descrito pelo MEC nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharias, DCNs [7] é de que o aluno tenha uma sólida formação técnica científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade, porém são representativas para as pesquisas que sejam apontadas estas ideias, sobre as quais se sustentam o trabalho desenvolvido.

As DCNs [7] de Engenharia indicam ainda aos professores um conjunto de habilidades e competências consideradas relevantes à formação do perfil do egresso, são elas:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;

Segundo as DCNs [7] o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular é substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado.

Para que o estudante incorpore esse aprendizado, ou seja, para que ele aprenda significativamente durante esse processo, cabe ao professor que elabore e aplique atividades de ensino contextualizadas, objetivando promover a ação do aluno dentro ou fora de sala de aula, estimulando-o a participar de forma mais efetiva no processo de busca e apreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos por meio de novas experiências de aprendizado [3].

“As deficiências do ensino que é praticado em nossas escolas, e até mesmo nas universidades, manifestam-se na evasão escolar, no alto índice de repetência, na crescente difusão dos chamados cursinhos informais preparatórios e, principalmente, no fraco desempenho dos alunos quando colocados diante de situações em que são solicitados a explicitar seu aprendizado” [3].

Essas deficiências também são manifestadas no baixo desempenho que os alunos de Engenharia da Amazônia obtiveram na estatística de avaliação pedagógica para o

Ensino Superior, o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE, 2008), que integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) e tem o objetivo de aferir o rendimento dos alunos dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências.

O ENADE é realizado por amostragem e a participação no exame constará no histórico escolar do estudante ou, quando for o caso, sua dispensa pelo MEC. O INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e o MEC (Ministério da Educação e Cultura) calculam a amostra dos participantes a partir da inscrição, na própria instituição de ensino superior, dos alunos habilitados a fazer a prova.

Analisando os resultados obtidos no último ENADE para Cursos de Engenharia (2008), onde participaram 78 instituições, observamos que as Instituições de Ensino Superior (IES) que compõem a Amazônia Legal: os Estado do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e participaram do ENADE, apenas 5% conseguiram um conceito 4, destas 41% ficaram sem conceito (SC), pois não tinham alunos concludentes, 39 % ficaram com conceito insuficiente (1 e 2), e nenhuma delas ficou com o conceito 5, que significa nível de excelência.

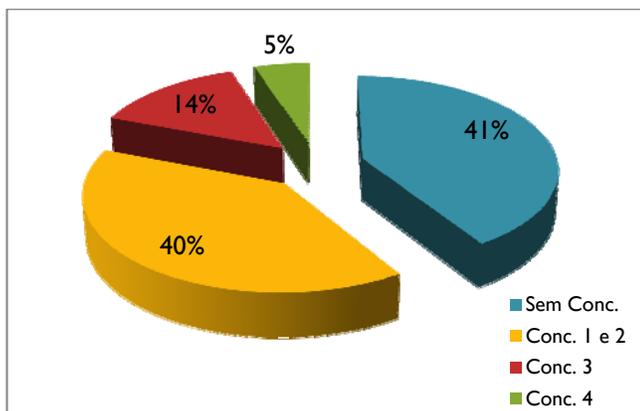


FIGURA 1
Fonte: INEP.

Em virtude do panorama exposto e seguindo os parâmetros apresentados nas DCNs, buscamos uma metodologia de ensino que permitisse colocar os objetivos citados em prática. Nessa perspectiva, optamos por trabalhar essas questões a partir de orientações da metodologia de ensino baseada na Resolução de Problemas e nas Atividades Experimentais, desenvolvidas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa [9].

III. DESENHO DA PROPOSTA

O ensino da Física nos cursos de Engenharia da Universidade em que pesquisamos, é ministrado de forma tradicional, causando assim dificuldades no aprendizado

dos alunos, pois nesse modo de ensinar é dada ênfase excessiva na Física matemática em detrimento de uma Física conceitual, há um distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conceitos ensinados e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares e há pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno [1].

A Proposta seguiu a linha construtivista, onde o professor atua como facilitador do processo ensino aprendizagem e foi baseada na tese de Kalhil [10], intitulada Estratégia pedagógica para o desenvolvimento de habilidades investigativas em a disciplina Física de ciências técnicas, na Universidade de Matanzas e do trabalho de pesquisa de [1], *O gostar e o aprender no ensino de Física* implementada nos cursos de licenciatura da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijuí.

A organização e implementação da Proposta Metodológica teve como base fundamental o conteúdo de Física I, do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins, e foi conduzida de forma que cada tema a ser investigado fosse trabalhado em cinco momentos, que correspondiam aos 6 tempos de aula, totalizando assim em 120 horas semestrais. São eles:

- (1) Discussão de Ideias e Conceitos,
- (2) Questões, Exercícios e Problemas,
- (3) Atividade Experimental,
- (4) Conclusão e Considerações e
- (5) Relatório da Atividade Experimental.

Procuramos trabalhar:

-A construção do conhecimento pelo aluno, mediada pelo professor, através da inter-relação experimento, teoria, resolução de problemas e cotidiano.

-A formação de uma postura crítica, reflexiva e participativa frente às questões e problemas com que o aluno se defronta em seu campo de atuação profissional.

-A explicitação dos saberes dos alunos a partir de questionamentos, de exercícios, da análise de situações problemas do seu cotidiano, do seu campo de atuação profissional e de fenômenos físicos reproduzidos em laboratório.

-A valorização de suas formas de pensar no processo ensino-aprendizagem.

-A experimentação como um contexto importante na obtenção de informações e na produção de ideias que constituem uma das bases de apoio no processo da formação do saber.

-O desenvolvimento, pelo aluno, da capacidade de análise e de interpretação dos resultados experimentais como auxiliares na evolução conceitual e na introdução de modelos teóricos e aos seus significados.

A proposta de ensino de Física aqui apresentada constitui um novo olhar de como ensinar física no curso de Engenharia, por ser de cunho metodológico, não tem o caráter de produzir mudanças na natureza e na sequência dos conteúdos de Física I, desenvolvidos no Curso de Engenharia.

Buscamos contribuir de uma maneira significativa para a aprendizagem do aluno e o mais importante é que alunos e professores refletissem sobre a Física, sua importância para o curso de Engenharia, e que ela se tornasse mais atrativa para os alunos melhorando assim seu aprendizado e formação humana.

IV. INTERVENÇÃO METODOLÓGICA

Esta experiência de abordagem de métodos mistos, se desenvolveu a partir de um quase-experimento, em duas turmas de Física I, com a participação de 41 alunos do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins, em Manaus, divididos em dois grupos, o controle (23) e o experimental (18), no período de 9 de agosto a 11 de dezembro de 2010.

A hipótese principal foi que uma metodologia de ensino de Física baseada na reestruturação do plano de ensino para o curso de Engenharia poderia mudar significativamente a aprendizagem desses alunos.

As turmas estavam estudando desde o mês de julho e os dois professores da disciplina utilizavam o método tradicional, em agosto de 2010 propomos aos dois professores a participação na pesquisa, só um professor se propôs a participar, o outro alegando que era físico teórico não participou do experimento, porém permitiu que fosse aplicado o questionário, cedendo assim seus resultados dos exames iniciais e finais para que fosse realizado a análise quantitativa do aprendizado dos seus alunos.

Iniciamos nosso experimento com uma exploração qualitativa das duas turmas, aplicando questionários abertos e fechados para sondarmos o que os alunos pensavam sobre o ensino da Física e o nível de conhecimento prévio da disciplina.

Em seguida reunimos com o professor da turma experimental e analisamos o plano de ensino usado pelo mesmo e explicamos a proposta de mudança do plano, para que fosse aplicado ao longo do semestre.

Conforme detalharemos a seguir, a proposta consistiu em cinco momentos distintos relacionado aos diversos conceitos de Mecânica: Medidas, Movimento uniforme, Lançamento de projétil, Força elástica, Trabalho e energia.

1º Momento: O professor que a princípio usava a metodologia tradicional, nesse momento passou a ser o facilitador da aprendizagem através das conferências iniciais, onde procurava instigar os alunos a fim de que os mesmos pudessem falar de seus conhecimentos prévios em relação aos conceitos para a partir destes trabalhar as subsunções, contribuindo com relatos e experiências iniciando assim o processo da aprendizagem. Nesse primeiro momento o aluno tem uma ideia geral e contextualizada do conceito que está sendo tratado.

2º Momento: Os alunos resolviam questões, exercícios e problemas em pequenos grupos, as atividades desenvolvidas eram relacionadas ao campo de trabalho do aluno, para que o mesmo refletisse sobre os fenômenos físicos através do uso de diversas formas de expressão utilizados em Física.

Valorizávamos os exercícios que requeriam em sua solução o uso do raciocínio e não apenas da memorização.

3º Momento: Iniciava com um desafio do professor aos alunos, onde era lançado um problema e os alunos resolviam em forma de projeto, o professor contextualizava, relacionando a área de atuação profissional do aluno de engenharia, o aluno pesquisava e aplicava os conhecimentos adquiridos para a realização de atividades experimentais.

Contemplamos assim nessa fase procedimentos específicos e necessários para a validação dos conceitos científicos, como: organização, observação, coleta de dados, medidas de grandezas, análises e interpretações de situações experimentais.

4º Momento: Caracteriza-se por ser um espaço pedagógico de interação entre o professor e os alunos. É momento de comunicação e de sistematização coletiva visando à construção individual do conhecimento. As informações obtidas durante a experimentação (observações, medidas e registros), bem como as ideias produzidas neste contexto (conclusões e questões em aberto), são socializadas para a turma. O aluno ao mesmo tempo em que comunica os resultados, também explicita seu modo de pensar sobre os fenômenos físicos reproduzidos em seu grupo de trabalho e, geralmente o faz usando uma linguagem própria do senso comum. Num trabalho coordenado pelo professor, e com a efetiva participação de cada grupo de alunos, informações, ideias e saberes são sistematizados, analisados e avaliados.

É um momento importante no qual as incertezas e as convicções dos alunos devidamente trabalhadas, formando um pequeno banco de dados que servirá de referencial para algumas interpretações e, possivelmente, para a consecução de algumas conclusões.

Nesse momento, o professor, partindo das ideias e das informações produzidas no contexto da experimentação e dos saberes dos alunos, e tendo na Física constituída um aliado importante, auxilia o aluno na construção dos modelos teóricos a serem expressa em linguagem científica nas formas de expressão oral e escrita, tabelas, gráficos e equações matemáticas.

Após a introdução aos modelos teóricos e a discussão/reflexão de seus significados, o aluno poderá rever questões particulares de sua vivência e, se conseguir refletir sobre elas, fazendo uso da base teórica construída, ele terá evoluído conceitualmente.

5º Momento: Relatório da Atividade Experimental nesse momento era solicitado uma produção individual. Durante a sua elaboração, era discutido em pequenos grupos. Desta forma, com a participação e contribuição de diversos estudantes, havia o enriquecimento do relatório, o que pode tornar o

processo de elaboração, com tal interação, um momento significativo de aprendizagem.

Durante a elaboração do relatório, o aluno retomava ideias e informações produzidas no contexto da experimentação e, mediante o uso da linguagem específica da Física, sistematizava, elaborava modelos, atribuía significados e, ainda estabelecia relações com situações do cotidiano e do seu campo profissional. O aluno além de utilizar-se dos conceitos e representações veiculados e reconstruídos durante diversos momentos de operacionalização da proposta pesquisava em outras fontes como livros, revistas e internet.

Assim, este momento de produção intelectual e de convívio com os princípios da ciência era propício também para o aluno avançar em suas concepções conceituais como continuidade e complemento do processo de ensino aprendizagem.

V. METODOLOGIA: MÉTODOS MISTOS

Utilizamos a abordagem dos métodos mistos, tendo como fundamento a abordagem quantitativa sobre a qualitativa.

A pesquisa de Métodos mistos é uma abordagem da investigação que combina ou associa a forma qualitativa e quantitativa. Envolve suposições filosóficas, o uso de abordagens qualitativas e quantitativas e a mistura das duas abordagens em um estudo. Por isso, é mais do que uma simples coleta e análise dos dois tipos de dados; envolve também o uso das duas abordagens em conjunto, de modo que a força geral de um estudo seja maior do que a da pesquisa qualitativa ou quantitativa isolada [11].

Creswell [12] mostra um breve histórico dos métodos mistos, em seu livro Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto, onde relata que esse método teve início na Psicologia e na matriz multitraços-multimétodos de [13], e:

“Com o desenvolvimento e a legitimidade percebida tanto da pesquisa qualitativa quanto da pesquisa quantitativa nas ciências sociais e humanas, a pesquisa de métodos mistos, empregando a combinação de abordagens quantitativas e qualitativas, ganhou popularidade, [...], utilizando os pontos fortes das pesquisas qualitativas e quantitativas” [12]

Ainda para o autor pode-se obter mais insights com a combinação das pesquisas qualitativa e quantitativa do que com cada uma das formas isoladamente. Seu uso combinado proporciona uma maior compreensão dos problemas de pesquisa [12].

As pesquisas experimentais constituem o mais valioso procedimento disponível aos cientistas para testar hipóteses que estabelecem relações de causa e efeito entre as variáveis.

Em virtude de suas possibilidades de controle, os experimentos oferecem garantia maior do que qualquer outro delineamento.

Esse impacto é avaliado proporcionando-se um tratamento específico a um grupo e negando ao outro, e depois determinando como os dois grupos pontuaram no resultado.

Os experimentos incluem os experimentos verdadeiros e os experimentos menos rigorosos, chamados de quase-experimentos, no qual fundamentamos a pesquisa. [14].

O modelo quase-experimental, utilizado em nossa pesquisa também manipula deliberadamente pelo menos uma variável independente para observar seu efeito e relação com uma ou mais variantes dependentes, e só diferem dos experimentos “verdadeiros” no grau de segurança ou confiabilidade que se possa ter sobre a equivalência inicial dos grupos [15].

Nesta pesquisa as variáveis medidas foram: o aprendizado dos alunos, **variável dependente** e a metodologia aplicada **variável independente**.

Conforme [16] nos modelos quase-experimentais os indivíduos não são distribuídos ao acaso nos grupos nem emparelhados, mas tais grupos já estavam formados antes do experimento: são grupos intactos. Esses modelos são utilizados quando não é possível distribuir os indivíduos de forma aleatória nos grupos que receberão os tratamentos experimentais. O pesquisador deve tentar estabelecer a semelhança entre os grupos, para isso, é preciso considerar as características ou variáveis relacionadas com as variáveis estudadas. Entendemos que quanto mais informação se obtenha sobre os grupos, maiores serão as bases para estabelecer as semelhanças.

Inicialmente aplicamos **questionários abertos e fechados** um de opinião no início da intervenção para sondar o que os alunos pensavam sobre o como a Física deve ser ensinada e outro ao final para comparar se foi modificada a opinião dos alunos.

O questionário com perguntas abertas e fechadas é um instrumento importante de coleta de dados, pois por meio dele podemos tabular mais fácil as respostas, tendo em contrapartida uma rigidez intrínseca, e podemos obter através das perguntas abertas, respostas com maior quantidade e qualidade de informações [17], as questões abertas: “[...] são as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões.

Possibilita investigações mais profundas e precisas”[3].

Os questionários foram aplicados para permitir ao aluno comparar as metodologias utilizadas, e o conhecimento anterior sobre o ensino de Física, e foi aplicado tanto na turma controle como na de intervenção.

Para medir o aprendizado dos alunos utilizamos a **avaliação final** das duas turmas, utilizamos o T-test que é o teste estatístico paramétrico, usado para calcular a diferença entre médias de dois grupos. Parte-se da suposição de que as duas amostras em estudo (turma controle e de intervenção) possuem a mesma distribuição base, nesse caso o modelo normal, desejando-se verificar se existe alguma diferença significativa entre os dois grupos em análise. Usamos o software Mini Tab, na versão 12.

V. RESULTADOS

Nesta pesquisa de **métodos mistos** participaram 41 alunos do segundo período de Física I do curso de Engenharia, divididos em dois grupos o Controle e o Experimental (Intervenção).

O grupo experimental (EXP) era formado por 18 alunos e o controle (CON) por 23, onde nossa **hipótese científica** é que uma metodologia de ensino de Física baseada na reestruturação do plano de ensino para o curso de Engenharia pode mudar significativamente a aprendizagem desses alunos.

E a nossa **hipótese estatística** é que não haveria diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre o grupo controle e o de intervenção no aprendizado dos alunos sobre os conteúdos ministrados.

Que é a nossa **hipótese nula** H_0 , pois para desenvolver processos de teste de hipóteses estatísticas, devemos saber precisamente o que esperar quando uma hipótese é verdadeira, e é por esta razão que frequentemente formulamos a hipótese contrária àquilo que pretendemos provar [17].

VI. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Aplicamos **questionários** com perguntas abertas e fechadas. O primeiro foi aplicado no início da intervenção para sondar o que os alunos pensavam sobre o como a Física deve ser ensinada e segundo ao final para comparar se em função do método foi modificada a opinião dos alunos.

Observamos no quadro 1 que no início da intervenção os alunos da turma controle e de intervenção, tinham praticamente a mesma opinião em relação ao ensino aprendizagem da Física. Pois em suas aulas não haviam experimentos, o nível de interesse era em sua maioria baixo, não relacionavam a Física ao seu cotidiano e apresentavam dificuldades em aprender Física.

TABELA I. Perguntas fechadas.

Perguntas	Antes		Depois	
	CON (23)	EXP (18)	CON (23)	EXP (18)
Há experimentos em suas aulas de Física?	Não (23)	Não (18)	Não (23)	Sim (18)
O seu nível de interesse pelas aulas de Física é:	Baixo (14) Médio (7) Alto (2)	Baixo (7) Médio (9) Alto (2)	Baixo (15) Médio (7) Alto (1)	Alto (18)
Você é capaz de relacionar os assuntos de Física	Sim (8) Não	Sim (9) Não	Sim (7) Não	Sim (16) Não

ao seu cotidiano?	(15)	(9)	(16)	(2)
Você tem dificuldade para aprender Física?	Sim (21) Não (2)	Sim (16) Não (2)	Sim (20) Não (23)	Sim (6) Não (12)
Você se sentiu motivado para estudar a disciplina de Física esse período?			Sim (2) Não (21)	Sim (18) Não (0)

Fonte: Souza (2011).

Concluimos que houve melhoras na turma de intervenção os alunos mudaram de opinião, pois em suas aulas havia experimentos, resolução de problemas direcionados para sua profissão e seu cotidiano, interação e participação ativa dos mesmos, o nível de interesse e a motivação para estudar a Física foi 95% de aproveitamento.

VI.A Perguntas abertas

Ao aplicarmos o **questionário de sondagem** no primeiro momento, analisando as perguntas abertas, podemos comparar que inicialmente as duas turmas que estudavam com **metodologia tradicional**, apresentavam o mesmo perfil e dificuldades e quando questionadas sobre como gostariam que fossem ministradas as aulas de Física responderam em sua maioria que gostariam da interação professor aluno, aulas com experimentos no laboratório e de campo, sempre relacionadas ao cotidiano e a futura profissão dos mesmos:

“Gostaria de conhecer a essência da matéria, ver a aplicabilidade no dia a dia, eu gosto de saber quando estou aprendendo algo do meu convívio. Que eu saiba como aplicar”.

“Com mais aulas práticas com experimentos”.

“Laboratórios, aulas mais claras”.

“Com exemplos relacionados ao nosso curso, laboratórios”.

“Que o professor explicasse para os alunos, dando mais atenção ao que é Física, mostrar o quanto ela é importante na nossa sociedade e profissão, dando mais aulas práticas”.

“Metodologia mais flexível e sem parecer que a sala é um quartel. Gostaria de poder perguntar para entender e não apenas aceitar para poder passar”.

Em uma investigação realizada por [6], apontou que o **ensino tradicional** não favorece o desenvolvimento do pensamento dedutivo e com ele a capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos, é uma razão do fracasso dos estudantes diante da aprendizagem de Física.

Em educação, o conhecimento escolar representa valores instituídos, reconhecidos e validados culturalmente. Com isso, investir na inovação, quase sempre, significa conflitar com o tradicional. Isso não quer dizer que para inovar seja necessário romper, definitivamente com a tradição.

O importante é saber analisar e avaliar a tradição em seus diversos aspectos: históricos, sociais e culturais, procurando reconhecer e valorizar o que há de bom e reformular ou abandonar aquilo que é ruim. A inovação depende, antes de tudo, do conhecimento e do reconhecimento das diversas tradições que envolvem os procedimentos e ações realizadas no dia a dia na sala de aula [18].

O trabalho de pesquisa de [18] mostra que os professores têm consciência das dificuldades impostas pelo currículo tradicional e da necessidade de mudança. Por outro lado, é difícil pensar no rompimento dessa tradição. O que podemos constatar no quadro com as perguntas fechadas [19].

Num segundo momento, o que nos chamou atenção foi que a mostra da **turma ao final da intervenção**, de maneira geral teve para cada aluno uma representação especial, pois mostrou o despertar para o estudo da Física.

“Eu nunca gostei de Física, mas agora comecei a pensar de maneira diferente. Porque até então eu via a Física como matéria chata, só com cálculos e fórmulas para decorar, depois das experimentações e dos problemas e questões voltados para a Engenharia, eu entendi que a Física é mais interessante e abrangente do que eu pensava”.

A opinião do aluno faz com que se verifique que a metodologia significou muito para ele, bem como para os outros alunos. Tanto que hoje não sentem mais repulsão pela Física.

Na turma controle observamos que os alunos não conseguiram mudar a imagem que têm da Física:

“Tenho dificuldades, pois é uma matéria complexa, exige professores pacientes e capacitados e principalmente, que façam exercícios na sala de aula, não apenas respondendo, mas nos deixando responder”.

“Não consigo aprender, pois as aulas envolvem muito cálculo, formulas e precisariam ser ministradas em laboratório e em campo”.

Na turma de intervenção temos um número expressivo de alunos que responderam ao **questionário final** classificando a produção de experimentos como atividade de fundamental importância para o aprendizado:

“... tivemos experiências, participações, e isso é muito importante para o aprendizado. Essa metodologia fez com que eu tivesse maior interesse pela disciplina, pois quando você está fazendo um experimento, você vai vendo o resultado e você quer fazer sempre o melhor”.

“As aulas foram ministradas muito bem, tivemos experiências, participações, e isso é muito importante para o aprendizado. Essa metodologia fez com que eu tivesse maior interesse pela disciplina”.

Percebemos na fala deste aluno que a metodologia utilizada se deu para ele como um fator motivante no estudo da disciplina, pois neste momento seu papel ia além de um simples aprendiz, estava ele participando ativamente nas reflexões e principalmente na execução do trabalho.

“Quando há um fator motivante como essa metodologia, essa interação, essa nova maneira de

estudar, as coisas mudam. Fica claro. O interesse aumenta, quando saímos da monotonia das ministrações de aula”.

“As aulas foram práticas e com experiências, bem melhor que números e letras no quadro. Pois dessa maneira me senti estimulada, pois os assuntos foram ensinados com clareza e principalmente relacionados ao curso, voltando os exemplos para a realidade da área. Utilizamos experimentos, materiais didáticos de acordo com os conteúdos ensinados”.

“... esse método de ensinar a disciplina é muito bom. Estou motivado”.

Nestes relatos, mesmo que não foi o objetivo desta pesquisa trabalhar a motivação, os termos motivação e estímulo são explicitados pelos alunos. Em todas essas falas observadas até então, os alunos têm se apresentado mais dispostos e estimulados para estudar e aprender física.

“Com certeza me senti mais motivada, gostei muito, passei a estudar em casa mais vezes e relacionar a Física com nossa profissão. Consigo explicar os fenômenos”.

“... gostei e aprendi muito, fiquei mais motivada em prosseguir o curso de engenharia, agora posso até ensinar os outros, pois realmente aprendi”.

Ao final do processo de intervenção e coletadas as informações, iniciamos a análise dos dados **quantitativos** para concluirmos nossa pesquisa.

Para testarmos esta hipótese usamos a prova estatística de T-test, para compararmos as avaliações escritas das duas turmas, tanto a inicial (antes do experimento) quanto a final (após o experimento) ao analisarmos os dados concluímos que houve diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) no aprendizado dos alunos entre os grupos controle e de intervenção. Desta maneira rejeitamos a nossa hipótese inicial (H_0). Os alunos do grupo de intervenção obtiveram um melhor aprendizado, cuja média foi ($x = 8,83$) comparado com o grupo controle ($x = 5,79$).

Em que utilizando uma metodologia inovadora produziu um melhor resultado, isso significa que o ensino de Física, com a intervenção, é um indicativo que para haver mudanças podemos usar esse caminho, baseado na metodologia com aulas práticas, resolução de problemas e experimentação, voltados à futura atividade profissional.

Esses resultados nos mostram posições já estabelecidas para o papel importante da metodologia aplicada e sinalizam novas direções para o ensino da Física.

VII. CONCLUSÕES

Tanto a análise quantitativa, quanto à qualitativa foram favoráveis a metodologia aplicada. Por isso concluímos que a aplicação da Proposta Metodológica no Ensino da Engenharia contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento dos alunos, da formação de novos hábitos de aprendizagem e também para o desenvolvimento de um novo modelo de ensino.

Em qual, o aluno ao ingressar em um curso de Graduação, participa ativamente do processo de ensino

Maud Rejane Souza et al.

aprendizagem, pois é exigido do mesmo um empenho para realizar pesquisas dentro e fora da sala de aula, debater seus conceitos com o professor e seus colegas, questionando, resolvendo problemas, aplicando equações, utilizando experimentações e identificando assim os objetivos da sua futura função de engenheiro.

Constatamos que os alunos da turma de intervenção conseguiram fazer associação entre as aulas e o seu curso, isso nos leva a crer que eles assimilaram o conteúdo físico envolvido no trabalho, logo a aprendizagem significativa ocorreu para eles.

A metodologia aplicada envolveu os alunos no processo de ensino-aprendizagem e moveu o aluno a estudar, fator determinante neste processo.

Os resultados confirmam nossa hipótese científica e nos mostram que a utilização da metodologia baseada em resolução de problemas, experimentação e relacionando com o campo de trabalho do aluno, é mais eficaz que o método tradicional, que são menos reflexivos e sistemáticos.

A importância de relacionar o que o aluno já sabe (subsúncos) com os conceitos estudados e verificar a ressignificação desse conhecimento através dos experimentos e dos resultados obtidos faz da metodologia aplicada uma excelente alternativa para se promover aprendizagem significativa.

O professor participante da turma experimental ficou entusiasmado ao verificar o interesse e aprendizado dos alunos e nos períodos posteriores aplicou essa metodologia em suas turmas.

REFERENCIAS

- [1] Bonadiman, H. & Nonenmacher, S. E. B., *O Gostar e o Aprender no Ensino de Física*, Caderno Brasileiro do Ensino de Física **24** (2007).
- [2] Rosa, C. W. & Rosa, A. B., *Ensino de Física: tendências e desafios na prática docente*, Revista Iberoamericana de Educação **42** (2007).
- [3] Machado, V., *Problemas geradores de discussões: Uma proposta para a disciplina de Física nos cursos de engenharia*, Dissertação de Mestrado, (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009).
- [4] Carvalho Neto, C. S., *Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias, por meio de técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação*, Dissertação de Mestrado, (Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004).

- [5] Araújo, M. S. T. & Abib, M. L. V. S., *Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*, Revista Brasileira de Ensino de Física **25** (2003).
- [6] Arruda, S. M. et al., *Da aprendizagem significativa à aprendizagem satisfatória na Educação em Ciências*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21** (2004).
- [7] Brasil, *CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*, (Ministério da Educação, Brasília, 2002). Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 6 jun. 2011.
- [8] Sertek, P., *Apagão de engenheiros no Brasil*, (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, Brasil, 2010).
- [9] Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. *Psicologia educacional*, (Interamericana, Rio de Janeiro, 1982).
- [10] Kalhil, J. B., *Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la disciplina Física de ciencias técnicas*, Tese de Doutorado em Ciências Pedagógicas, (Universidad de La Habana, Centro de Estudios para el perfeccionamiento de la educación superior, Cuba, 2003).
- [11] Creswell, J. W., *Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*, (Artmed, Porto Alegre, 2010).
- [12] Campbell, D. T. & Fisk, D. *Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix*, Psychological Bulletin **56**, 81-115 (1959).
- [13] Keppel, G. *Design and analysts: A researcher's handbook*, (Englewood Cliffs, Prentice Hall, São Paulo, 1991).
- [14] Guedes, A. M., *Tipos de desenhos de investigação (experimentais, quase-experimentais e não experimentais)*. Disponível em: <http://www.investigalog.com/investigacion>. Acessado em: 3 fev. 2011.
- [15] Sampieri, R. H., Collado, C. F. & Lucio, P. B., *Metodologia da Pesquisa*, (Mc Graw-Hill, São Paulo, 2006).
- [16] Simon, J. E. & Freund, G. A., *Estatística Aplicada a Economia, Administração e Contabilidade*, (Bookman, São Paulo, 1997).
- [17] Lakatos, E. A. & Marconi, M. A., *Fundamentos de metodologia científica*, 4ª Ed. (Atlas, São Paulo, 2001).
- [18] Menezes, P. & Vaz, A., *A trajetória e o desenvolvimento de um grupo colaborativo de professores de Física na cidade de Sete Lagoas*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2005).
- [19] Souza, M. R. C., *Um novo olhar no Ensino de Física na Amazônia*, Dissertação de Mestrado, (Universidade Estadual do Amazonas, Manaus, 2011).