



Um estudo sobre a falta de padronização no uso de grandezas físicas em um curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica

BRUNO PAGLIARANI MATTIAZZO

Dissertação apresentada ao **Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física** do Departamento de Física, Química e Biologia, Universidade Estadual Paulista, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. **Angel Fidel Vilche Pena**

Presidente Prudente

2015

Um estudo sobre a falta de padronização no uso de grandezas físicas em um curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica

BRUNO PAGLIARANI MATTIAZZO

Orientador: Prof. Dr. **Angel Fidel Vilche Pena**

Dissertação apresentada ao **Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física** do Departamento de Física, Química e Biologia, Universidade Estadual Paulista, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Moacir Pereira de Souza Filho

Dra. Ana Maria Osório Araya

Dr. Rafael Furlan de Oliveira

Presidente Prudente

Dezembro de 2015

BANCA EXAMINADORA



PROF. DR. ANGEL FIDEL VILCHE PEÑA
(ORIENTADOR)



PROF. DR. MOACIR PEREIRA DE SOUZA FILHO
(FCT/UNESP)



PROFA. DRA. ANA MARIA OSÓRIO ARAYA BALAN
(FCT/UNESP)



PROF. DR. RAFAEL FURLAN DE OLIVEIRA
(CNPEM)



BRUNO PAGLIARANI MATTIAZZO

PRESIDENTE PRUDENTE, 18 DE DEZEMBRO DE 2015.

RESULTADO: APROVADO

FICHA CATALOGRÁFICA

M388e Mattiazzo, Bruno Pagliarani.
Um estudo sobre a falta de padronização no uso de grandezas físicas em um curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica / Bruno Pagliarani Mattiazzo. - Presidente Prudente : [s.n], 2015
x, 44f. : il

Orientador: Angel Fidel Vilche Pena
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Ensino. 2. Engenharia. 3. Grandezas físicas. I. Pena, Angel Fidel Vilche. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Um estudo sobre a falta de padronização no uso de grandezas físicas em um curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Dedico essa dissertação a família que comecei a construir, principalmente a minha esposa e a minha filha Alice, vocês são o motivo da minha busca pela excelência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores da graduação, do mestrado e aos amigos de profissão que me ajudaram a ser o profissional que sou hoje e principalmente ao meu orientador por todo apoio nessa caminhada. Sempre agradecerei a minha família por ter me dado a oportunidade de ser o homem que sou hoje.

RESUMO

Um estudo sobre a falta de padronização no uso de grandezas físicas em um curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica

Bruno Pagliarani Mattiazzo

Orientador: Angel Fidel Vilche Pena

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O ensino de Física deve ser melhorado e aprimorado em diversos âmbitos do sistema educacional, inclusive nas universidades. A maioria dos da Engenharia iniciam o curso sem estar devidamente preparados e com um grande déficit conceitual Física e Matemática. Já, nas próprias Faculdades, existe um desencontro de informações entre o que é ensinado de Física, de acordo com os conteúdos já conhecidos e aqueles utilizados no dia a dia do engenheiro já formado. Neste trabalho serão trabalhadas formas de repassar estes conteúdos padronizando a notação utilizada. No presente estudo também é discutidas formas para que os professores possam abordar esses conceitos e conseguir o máximo de aproveitamento dentro da sala de aula. Para a coleta de dados foi aplicados um questionário aos docentes de engenharia elétrica e eletrônica da Fundação Educacional de Votuporanga e dois questionários aos alunos destes mesmos cursos; aula teórica que abordou os principais conflitos na utilização das grandezas físicas foi também ministrada. Nos questionários, os docentes ressaltaram a importância de uma padronização no ensino das grandezas físicas nos cursos de engenharia, assim como as dificuldades no uso dessas grandezas físicas entre os alunos. Nos questionários aplicados aos alunos, a sua grande maioria apresentou déficit na conceitualização das grandezas físicas. Se faz necessária uma padronização no ensino das grandezas físicas nos materiais didáticos e na linguagem utilizada pelos docentes.

Palavras chaves

ensino; física; engenharia; grandezas físicas; nomenclaturas

ABSTRACT

A study of the lack of standardization in the use of physical quantities on a course of Electrical and Electronic Engineering

Bruno Pagliarani Mattiazzo

Supervisor: Angel Fidel Pena Vilche

Master's dissertation submitted to the Graduate Program in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's Degree in Physics Teaching

The teaching of physics should be improved and enhanced in various areas of the education system, including in universities. Many students begin an engineering degree without being properly prepared and with a great conceptual deficit in physics. This dissertation discussed the misleading ways in which the physical quantities are taught to students in engineering courses and used in the professional scope of these students, thus generating difficulties in learning and improvement of these future engineers. In the present study it is also discussed a way that teachers can address these concepts to achieve maximum use within the classroom. For data collection were applied a questionnaire to electrical and electronic engineering professors and two questionnaires to students of these courses and imposed a lecture that addressed the main conflicts in the use of results. By analyzing the data it was found that all teachers reported the importance of standardization in the teaching of physical quantities in engineering courses, as well as witnessed difficulties in the use of physical quantities among students. In questionnaires given to students it was noticeable that the vast majority of students presented a deficit in the conceptualization of results. So it follows that if a standardization is needed in the teaching of physical quantities in teaching materials and language used by teachers.

Keywords

education; physical; engineering; physical quantities; nomenclatures

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos alunos pesquisados por curso e período	28
Gráfico 2 – Perguntas respondidas erradas ou sem respostas dos alunos dos 6 ^o períodos	29
Gráfico 3 – Perguntas respondidas erradas ou sem respostas dos alunos dos 6 ^o períodos	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Fundamentação teórica	03
2 OBJETIVO	11
3 METODOLOGIA	12
3.1 Questionário aplicado aos professores	13
3.2 Questionário I aplicado aos alunos	14
3.3 Aula apresentada aos alunos	15
3.4 Questionário II aplicado aos alunos	15
4 RESULTADOS	17
4.1 Questionário aplicado aos professores	17
4.2 Questionário I aplicado aos alunos	19
4.3 Aula apresentada aos alunos	22
4.4 Questionário II aplicado aos alunos	23
5 SUGESTÕES DE FORMAS DE ATUAÇÃO DOS PROFESSORES DAS ENGENHARIAS	26
CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXO A	32
ANEXO B	37
ANEXO C	40
ANEXO D	43

1 Introdução

O desenvolvimento da prática pedagógica em sala de aula tem que ser uma meta traçada por todos os professores desde o início de sua prática docente, pois assim o ensino irá melhorar. Geralmente um professor tenta melhorar a sua prática ao lecionar somente com estudos teóricos sobre sua área. Entretanto, às vezes só isso não é o suficiente para que ele consiga transmitir todo o conhecimento necessário a uma sala de aula. Se uma aula fica focada somente na parte teórica, o ensino acaba ficando muito estagnado e a utilização de experimentos pode ajudar a chamar a atenção dos alunos para o conceito a ser estudado.

Todo professor de física deve utilizar experimentos em sala de aula, pois, as aulas se tornam mais completas e interessantes para os alunos, fazendo-os questionar sobre a relação do conteúdo apresentado e o experimento, deixando-os mais interessados em relação ao que está sendo aprendido. Entretanto, um grande problema dessa área nas escolas públicas e particulares é a falta de laboratórios preparados para receber os alunos e a falta de material básico para a demonstração de um experimento.

É de comum senso que os alunos se interessem em atividades práticas, e isso ocorre em todos os níveis de ensino. Eles precisam compreender a relação teoria e prática, ainda mais no nível de graduação, onde o maior aprendizado do aluno vem da aplicação dos conceitos e a percepção da aplicação do que foi aprendido em sala de aula com o seu cotidiano.

Nas faculdades é perceptível uma grande defasagem e confusão do ensino de física relacionado com expressões usuais utilizadas na área de atuação de algumas engenharias. Por isso, é necessário o aprimoramento deste ensino e levantamento de dados para mapear as principais grandezas físicas que geram dúvidas entre os alunos na disciplina de física básica, e até mesmo em outras específicas, presentes na área da engenharia.

Em cursos de engenharia são obrigatórias as disciplinas de Física 1 e Física 2, podendo ter ainda as Física 3 e 4. A Fundação Educacional de Votuporanga (UNIFEV), instituição onde se desenvolveu a pesquisa para essa dissertação, tem os cursos de engenharia civil, elétrica, eletrônica, produção e computação, e os alunos têm as disciplinas de Física 1 e 2 na grade curricular. No curso de

engenharia elétrica e eletrônica constam disciplinas de Eletromagnetismo 1 e 2, que serviram de base para essa pesquisa.

Como os cursos de engenharias tem uma grande concentração de alunos e muitos desses estudantes já trabalhavam em áreas próximas de seus estudos, essa dissertação é desenvolvida visando a prática docente com um foco mais aguçado para essa área do conhecimento.

Analisando os conceitos físicos que são transmitidos aos alunos é perceptível que algumas grandezas físicas recebiam uma denominação diferente da que os alunos utilizam em seu âmbito profissional. Assim, quando os alunos participam das aulas ou relatam experiências dentro do seu trabalho, é fácil notar que muitos se expressam de forma equivocada, devido a um mau uso dos conceitos físicos ou até mesmo confundindo características físicas expressas em equipamentos, gerando debates em sala de aula sobre a forma correta de utilizá-los. Embora esses debates acabem tomando certo tempo de uma aula e geram atrasos no conteúdo previsto para aquela matéria, é vital que o professor perceba a importância de sanar essa dúvida e nunca deixar passar questões desse tipo, pois, isso pode ser fundamental para o estudo de física desse aluno e acabaria desmotivando-o dentro da sala de aula.

Até mesmo em livros e manuais que tratam de conceitos ou equipamentos específicos do estudo das engenharias é possível perceber que algumas grandezas físicas podem ter denominações trocadas devido a uma padronização com o que é trabalhado no campo de atuação do engenheiro. Isso pode ser devido à falta de preparo de profissionais com um menor nível acadêmico ou a forma de relacionar mais facilmente o conceito com a unidade. Como exemplos podem-se citar os conceitos de tensão elétrica, que é denominado como voltagem e é medida em volts, e corrente elétrica que é denominado como amperagem e é medida em ampère.

Na busca por materiais (artigos, teses e periódicos), foi perceptível a falta de pesquisa sobre a questão trabalhada. A importância do estudo das grandezas físicas não é um tema comum em pesquisas científicas, talvez devido a sua simplicidade nos conceitos físicos estas não têm o seu merecido desenvolvimento acadêmico.

1.1 Fundamentação Teórica

O aproveitamento acadêmico dos alunos nos anos iniciais de uma graduação em engenharia é fundamental para que estes não desistam do sonho de se tornar um engenheiro, entretanto, muitos estudantes acabam se sentindo fracassados ou inaptos a prosseguir seus estudos devido à grande dificuldade que estes têm em acompanhar algumas disciplinas ministradas nos anos iniciais dos cursos. Desta forma, nos primeiros semestres de graduação, a instituição deve prepará-los para enfrentar as futuras dificuldades que encontrarão durante os próximos anos de estudo, porém isso somente é possível mudando a metodologia de aprendizado das matérias iniciais, fazendo-as focar no desenvolvimento de projetos interdisciplinares e utilizando a física e a química como disciplinas integradoras (CUSMOVA *et al.* 2012).

De acordo com os autores supramencionados, essas disciplinas têm a capacidade de enraizar os conhecimentos teóricos aos alunos com a realização de práticas de laboratório e, até mesmo, com atividades de campo. Com essas práticas, os professores deverão enfatizar a importância da teoria aprendida em sala de aula, pois, geralmente, não é possível deixar esta relação entre prática e teoria clara somente dentro da sala de aula, uma vez que são disciplinas primordiais para o aprendizado dos alunos.

Em Portugal, há uma grande taxa de estudantes que não terminam o Ensino Superior no tempo previsto, ou que abandonam os estudos. Algumas causas disso são a má-preparação que o aluno tem do ensino secundário e a preparação pedagógica do professor do ensino superior. Essa elevada taxa de insucesso é encontrada principalmente nos cursos de engenharia e mais especificamente nas disciplinas introdutórias, como por exemplo, física (FERREIRA, 2009).

Para PINHEIRO (2008), muitos professores continuam com uma atitude conservadora perante o ensino e isso pode ocorrer pela falta de incentivo para que estes se aperfeiçoem, ou pela falta de informação quanto à evolução pedagógica no ensino superior.

Nas universidades americanas é realizado um teste para entender as dificuldades dos alunos nos anos iniciais da graduação de engenharia, chamado "*Mechanics Baseline Test*". Com este a universidade pode fazer um planejamento de

suas disciplinas e atividades focando em um aprendizado mais significativo. O Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciano - FEI, em São Bernardo do Campo, estado de São Paulo, realizou um teste similar ao “*Mechanics Baseline Test*” com seus alunos, a fim de verificar o déficit em física. No teste realizado na FEI, ficou comprovada uma grande deficiência dos alunos que adentraram nos cursos de engenharia e isso não é uma realidade somente desta instituição. Muitos alunos têm muita dificuldade em manipular o ferramental matemático necessário para o aprendizado em física. Analisando o ensino de física para os alunos da área de ciências exatas, estes precisam perceber que a habilidade de expressar matematicamente os conceitos físicos é tão importante quanto o conhecimento dos conceitos em si (BARBETA; YAMAMOTO, 2002).

Ainda de acordo com os autores, os professores dos anos iniciais das universidades/faculdades devem ficar atentos ao déficit de aprendizado de seus alunos e buscar formas de contornar essas dificuldades para melhorar o processo educacional da sua instituição. Essa medida deve preferenciar a melhoria nas condições de aprendizado, através do uso de laboratórios didáticos e do desenvolvimento da capacidade de raciocínio e trabalho em grupo, a fim de ampliar o conhecimento teórico e prático do aluno, bem como consolidar os conceitos fundamentais da engenharia. Para maximizar o processo de aprendizagem dos seus alunos e minimizar as dificuldades conceituais trazidas do seu ensino anterior os professores devem conhecer a forma de pensar dos alunos, desenvolver as concepções espontâneas que estes já trouxeram e planejar novas formas de reelaborá-las.

DUIT e TEAGUST (1995) acreditam que os estudantes levam para sala de aula as experiências vividas e estas são organizadas em modelos mentais, por vezes não científicos. Assim sendo, os professores devem se atentar para esses modelos e reconstruí-los. Para ROTH (1990), os alunos também carregam consigo essas experiências pessoais vivenciadas sobre os fenômenos físicos e, embora muitas vezes estas sejam inadequadas ou erradas, elas são resultados dos modelos mentais que os alunos desenvolvem nas interações com o mundo natural.

OLIVEIRA (2009) defende que existe uma dificuldade no aprendizado de algo que desconhecemos totalmente, bem como que o aprendizado ocorre por analogia.

Portanto, é interessante o professor fazer um diagnóstico do que o graduando tem conhecimento e assim fazer uma ponte para o que será ensinado.

A Confederação Nacional das Indústrias (CNI) expressou no ano de 2014 a sua preocupação com a formação dos alunos nos cursos de engenharias, por causa do grande abandono inicial dos alunos devido à dificuldade de relacionar o ensino das disciplinas iniciais (Cálculo, Física, Álgebra, Química, entre outras disciplinas relacionadas ao campo de Exatas) com o ramo de atuação de um engenheiro no mercado de trabalho. Assim foi sugerida pela CNI uma mudança nos moldes de ensino inicial dos cursos de engenharia (CARNEIRO, 2014).

Para o autor supracitado, quando se fala em ensinar física, geralmente, a sociedade associa este aprendizado à utilização de diversas equações longas, demonstrações de teorias e cálculos extremamente elaborados. Os educadores de física conhecem a importância de saber utilizar corretamente uma equação dentro de um exercício ou enunciar algum princípio ou lei corretamente perante os alunos em sala de aula, mas o uso correto da metrologia¹, por exemplo, é vital na finalização de um exercício ou na apresentação de um resultado. Sem ela perde-se o sentido da grandeza física.

No mundo existem diversas unidades para se representar uma mesma grandeza física. Por isso em 1872, estabeleceu-se a base do Sistema Universal de Medidas, sendo escolhido um comitê permanente para o Bureau Internacional de Pesos e Medidas, referência mundial em medidas, com a participação de diversos países² (FARUOLO; FERNANDES, 2005).

Segundo DIAS (1998), o uso da metrologia no Brasil se inicia na época da colonização, em 1816, com a unificação de várias medidas, principalmente com a utilização de material proveniente de Portugal. Em 1883, foi definido o Manual de Metrologia, formalizando a adesão do Brasil ao Sistema Métrico Decimal. O INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) foi criado em 1961, exercendo as atividades de fiscalização sobre os instrumentos metrológicos, como balanças, taxímetro, bombas de gasolina e outros medidores, em todo o país.

¹ A Metrologia é a ciência que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições.

² *Bureau* Internacional de Pesos e Medidas (em francês: *Bureau international des poids et mesures*, BIPM) é uma das três organizações estabelecidas para manter o Sistema Internacional de Unidades (SI) sob os termos da Convenção do Metro.

Em 1973, o Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico constituiu o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação da qualidade de produtos industriais, bem como o Conselho Nacional de Metrologia (CONMETRO), com representantes do Ministério do Planejamento, da Marinha, do Exército, dos Transportes, da Agricultura, da Saúde, das Minas e Energia, do Interior, da Comunicação e do Trabalho, além dos representantes da Confederação Nacional da Indústria e da Confederação Nacional do Comércio (FARUOLO; FERNANDES, 2005).

Como órgão executor das políticas foi criado o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO³), autarquia federal ligada ao Ministério da Indústria e Comércio.

Muitas grandezas físicas, que utilizadas no ensino de física, possuem outras formas de serem identificadas durante a prática de atuação do engenheiro. Elas podem acabar confundindo os alunos, principalmente, se estes já têm alguma experiência profissional no ramo da engenharia no que se diz respeito ao conteúdo físico estudado. Isso acontece no início do curso, quando os alunos estão aprendendo os principais conceitos para serem aplicados na prática do exercício da profissão, através de disciplinas como a Física 1 e Física 2.

As grandezas físicas são denominadas pelas suas simbologias e definições aplicadas pela física. Entretanto, quando aplicadas no âmbito da prática, suas simbologias e definições são geralmente alteradas. Assim, é de grande importância que os professores de física, que lecionam nos cursos de engenharia, e os engenheiros se comuniquem e formem uma normalização dos conceitos físicos.

Como exemplo, pode-se citar a força peso⁴ ou gravitacional que tem sua denominação alterada para a engenharia civil por carga. Na engenharia elétrica, a

³ O INMETRO tem como estrutura de apoio a RBC (Rede Brasileira de Calibração), conjunto de laboratórios credenciados pelo instituto para realizar serviços de calibração, e a RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio), conjunto de laboratórios também credenciados junto ao INMETRO para realizar ensaios.

⁴ A força-peso é o resultado da atração gravitacional exercida pela Terra não somente sobre os objetos localizados próximo à sua superfície, mas atuando também a distâncias relativamente longas.

força eletromotriz⁵ (fem) recebe somente a denominação de voltagem, assim como o conceito de corrente elétrica⁶ é denominado como amperagem. Mas até mesmo na física encontramos várias denominações para uma única grandeza física, como por exemplo, a força eletromotriz⁷, tensão elétrica⁸ e potencial elétrico⁹ são conceitos físicos que representam a mesma ideia científica, mas são utilizadas em situações diferentes. Assim, até mesmo na física, pode-se confundir os alunos quando estes estudam com professores que abordam os conceitos físicos de formas diferentes, ou seja, trabalham as grandezas físicas por outras definições, bem como alguns livros que abordam os conceitos básicos e específicos de física.

As nomenclaturas voltagem, amperagem, quilometragem, vatagem, pesagem, dosagem, calibragem e diversas outras nomenclaturas terminadas em “-agem” são definidas como um erro na pronúncia científica, pois, essa terminação nas palavras determina uma ação para uma grandeza física, o que não faz sentido, como explica o professor Luiz Ferraz Neto em seu site (2015).

Na busca pelas diferentes formas de se tratar um conceito físico, um livro chamou muito a atenção: “Eletromagnetismo: Fundamentos e simulações” de Claudio Elias da Silva, Arnaldo José Santiago, Alan Freias Machado e Altair Souza de Assis (2014). Neste livro, a palavra voltagem foi utilizada quinze vezes, até mesmo em um único capítulo sobre capacitores, foram utilizadas as nomenclaturas voltagem, tensão e D.D.P. (diferença de potencial elétrico). Em livros de física básica de renome, como por exemplo, a 1ª edição do “Curso de Física Básica 3 – Eletromagnetismo” de Moysés Nussenzveig (1997) encontramos a palavra Voltagem utilizada em dois momentos também de maneira equivocada.

O que chama a atenção sobre as formas de se enunciar as grandezas físicas vem do fato de que até os livros didáticos e apostilas do ensino médio trabalham de forma diferenciada. Como exemplo, uma mesma grandeza física é abordada das seguintes formas: no livro “Física” de Sampaio & Calçada (2005) e nas apostilas da rede Objetivo (FIGUEIREDO; DOCA, 2015) aparece em eletrostática como a

⁵ Quociente da energia que o gerador fornece ao circuito durante certo tempo pela carga elétrica que atravessa uma seção transversal do circuito durante o mesmo tempo.

⁶ Um fluxo ordenado de partículas elétricas

⁷ A propriedade que qualquer dispositivo, especialmente geradores, tem de produzir corrente elétrica em um circuito.

⁸ É a diferença de potencial entre dois pontos.

⁹ Está diretamente ligado ao desenvolvimento de circuitos, micro chips, e vários outros equipamentos de alta e baixa tecnologia.

grandeza física potencial elétrico, já em eletrodinâmica se apresenta como tensão elétrica. Já a 1ª edição do livro “Universo da Física 3: ondulatória, eletromagnetismo, física moderna” de Alberto Gaspar (2005) e a apostila da rede Anglo (SOROCABA; ARRUDA; CARRILHO, 2008) e COC (CARRON, 2014) tratam em eletrostática do potencial elétrico e na eletrodinâmica da nomenclatura D.D.P. Em livros mais avançados de física e engenharia, como a 1ª edição do livro “Eletromagnetismo” de Branislav Notaros (2012), é citado que a D.D.P. é um sinônimo de Tensão Elétrica.

Na internet facilmente encontra-se diversos desses erros e confusões criados por pessoas leigas ou que preferem tratar a nomenclatura das grandezas físicas de forma popularizada. Diversos sites que comercializam componentes resistores para uso comercial/industrial anunciam seus produtos com o nome de resistência elétrica, como por exemplo, os sites das lojas AGN¹⁰, Itaqué Resistências Elétricas¹¹ e Casa das Resistências¹². Por definição, a resistência é uma grandeza escalar que está associada ao componente resistor. (CARRON, 2014).

Dentre os professores e pesquisadores que abordam esse tema, encontra-se Gérard Vergnaud, que esclarece muitas práticas pedagógicas. Pesquisando sobre o mesmo, foi possível perceber uma grande relação entre a teoria de campos de Vergnaud e a questão levantada neste trabalho, bem como a percepção da importância da relação entre o desenvolvimento do sujeito, caracterizado pelo conteúdo teórico aprendido, com as tarefas práticas profissionais que este é levado a resolver.

O autor afirma que o processo de desenvolvimento cognitivo, por ser fortemente dependente das situações a serem enfrentadas pelo sujeito, tem como cerne a construção de conceitos, ou seja, a conceptualização. A conceptualização é um processo longo, que requer uma diversificação das situações. Vergnaud apresenta ideias pertencentes às tradições piagetianas, que procuram investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino. O pesquisador procura redirecionar o foco piagetiano do sujeito epistêmico para o do sujeito-em-situação (VERGNAUD, 1993).

¹⁰ AGN. Disponível em: <agnresistencias.com.br> Acesso em 18 de fevereiro de 2015.

¹¹ CASA DAS RESISTÊNCIAS. Disponível em: <casadasresistencias.com.br> Acesso em 18 de fevereiro de 2015.

¹² ITAQUÁ RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS. Disponível em: <itaquaresistencias.com.br> Acesso em 18 de fevereiro de 2015.

No estudo das práticas de Vergnaud são perceptíveis três justificativas para que se utilize o campo conceitual como forma de análise para a questão da obtenção de conhecimento. Como primeira justificativa, um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação. O aluno deve perceber a presença de um determinado fenômeno físico em várias situações do seu cotidiano. Isso sugere a necessidade de se diversificar as atividades de ensino em um movimento que permita ao sujeito a aplicação de um dado conceito em diversas situações, e que faça a integração entre as partes e o todo. Essa análise é importante quando os alunos, em um curso de engenharia, percebem a relação das disciplinas básicas do curso com as específicas, que são ministradas, geralmente, no final de um curso. Como exemplo, citam-se Física 1 e resistência dos materiais, ou Física 2 e fenômenos de transporte, onde o aluno aplica os conceitos básicos aprendidos no futuro âmbito de trabalho (CARVALHO JÚNIOR, AGUIAR JÚNIOR, 2008). Quando se busca embasamentos teóricos para essa análise, encontramos vários autores, como HESTENES (1996) e KAPER e GOEDHART (2002) que confirmam essa proposição.

Na hora de conceitualizar um tema ou um conceito físico, é necessário a busca pela diversidade de exemplificação, pois, somente assim o aluno compreenderá a importância do estudo e ficará mais interessado em participar durante as aulas. Assim, é possível fornecer uma base para que os estudantes possam testar seus modelos explicativos em contextos diversos, enriquecendo tais modelos ou reformulando-os, como nos sugere VOSNIADOU (1994).

Uma segunda análise dos campos conceituais de Vergnaud é percebendo que uma situação não se analisa com um só conceito, o que implica na necessidade de uma visão integradora do conhecimento. Tudo que acontece no âmbito de trabalho de um engenheiro não é um estudo exclusivo de uma única grandeza física e sim de um emaranhado de conceitos. Atividades didáticas que permitam uma visão geral do conhecimento podem contribuir para uma melhor apropriação do mesmo por parte dos estudantes (CARVALHO JÚNIOR, AGUIAR JÚNIOR, 2008).

HESTENES (1996) explica que se fosse possível reduzir a quantidade de conteúdos trabalhados dentro da sala de aula, a fim de buscar uma centralização de conceitos-chave, ou seja, teorias que trabalhem de forma paralela a várias outras ideias que sejam parte desse conhecimento, o aluno teria mais tempo para melhorar

suas práticas, desenvolver e aprimorar seus modelos explicativos. Esse trabalho deve ser realizado por todo o corpo docente de um determinado curso, pois, disciplinas como química, física e matemática são fundamentais para os cursos de engenharias. Trabalhando os conceitos que estruturam um dado campo conceitual com profundidade e durante um intervalo de tempo suficiente, dispõem-se elementos para que os estudantes construam uma visão integradora do que está sendo aprendido.

A terceira análise de Vergnaud demonstra que a formação e assimilação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo, principalmente, quando analisamos a formação de um engenheiro. Este deve aprender a visualizar um problema do dia-a-dia e relacionar vários conceitos aprendidos durante seus anos de curso. Em uma única situação problema, ele pode perceber a utilização de conceitos físicos, matemáticos e químicos, e assim abordá-los com as soluções da engenharia (CARVALHO JÚNIOR, AGUIAR JÚNIOR, 2008).

Um curso de engenharia não pode ter menos de 4 anos de duração, pois, a quantidade de disciplinas obrigatórias é muito grande, exigindo dos professores grande esforço para conceitualizar e exemplificar várias grandezas físicas. Este fato está em perfeita sintonia com o que CLEMENT (2000) afirma acerca da progressão dos modelos pessoais em direção aos modelos científicos. Segundo o autor, é vital que os diversos patamares da educação sejam levados em conta no desenvolvimento e na posterior aplicação de intervenções didáticas. Se professores, colaboradores, técnicos e sociedade não atuarem em conjunto durante a formação de um engenheiro, oferecendo estágios, ensino, espaço físico e motivação, essa classe de trabalhadores pode vir por acabar se sucateando e não conseguindo formar novos profissionais de qualidade para substituir aqueles que atuam no país.

De acordo com DAGNINO e NOVAES (2008), “acreditamos que o engenheiro pode vir a desempenhar um papel fundamental numa transição rumo a uma sociedade que tenha como meta a satisfação das necessidades humanas, produtora de valores de uso”. Um país necessita de engenheiros para seu desenvolvimento no mundo, e estes somente terão qualificação digna se tiverem bons professores e um nível de ensino a altura de profissionais do primeiro mundo.

2 Objetivo

A presente dissertação tem como objetivo verificar a falta de padronização no uso das grandezas físicas em um curso de engenharia Elétrica e Eletrônica através do uso de referências bibliográficas, utilização de questionários com professores e alunos, bem como aplicação de uma aula contextualizadora sobre o tema, na qual foram apresentados os principais conflitos no uso das referidas grandezas e esclarecidos os erros mais comumente encontrados entre os discentes.

Objetiva-se ainda, sugerir uma forma dos cursos e docentes avaliarem os conflitos existentes entre os alunos no uso das grandezas físicas e algumas maneiras de saná-los.

3 Metodologia

Na busca por referências bibliográficas que abordem o tema trabalhado nesta dissertação verificou-se a existência de poucas pesquisas científicas relacionadas ao estudo das grandezas físicas. Devido a essa falta de material propõe-se o método que será utilizado para melhorar o embasamento teórico, que consiste na aplicação de questionários ao público pesquisado possibilitando obter dados concretos e a perspectiva do que pode ser melhorado no ensino de física.

Um questionário é um conjunto de questões, feito para gerar os dados necessários para verificar se os objetivos de um projeto foram atingidos. Mas, construir questionários não é uma tarefa fácil, e aplicar tempo e esforço no planejamento do questionário é um requisito essencial para se atingir os resultados esperados.

Com essa prática será possível deixar a dissertação mais completa para o público acadêmico, portanto, a busca de dados consistiu-se na formulação de um questionário (ANEXO A) que foi aplicado a 8 professores que trabalham disciplinas específicas das engenharias. Essa pesquisa foi feita com professores do Centro Universitário de Votuporanga-SP (UNIFEV).

Com os dados da pesquisa com os professores, foi realizada uma aula de verificação sobre a confusão de conceitos com alunos do curso de engenharia elétrica e eletrônica do segundo e do sexto período da UNIFEV. Para isso, foram aplicados dois questionários a 93 alunos, sendo que no primeiro (ANEXO B) foram questionados conceitos básicos e experiências profissionais relacionadas às grandezas físicas.

No segundo questionário (ANEXO C), aplicado após a aula, os alunos responderam questões sobre a importância da aula assistida para sua formação acadêmica e atuação profissional. Os alunos fizeram um levantamento de grandezas físicas que eles nunca tinham utilizado, identificaram possíveis erros de seu uso em sua atividade profissional e acadêmica, além de opinarem sobre este estudo.

3.1 Questionário Aplicado aos Professores

Os professores que responderam esse questionário são docentes de áreas específicas das engenharias (civil, elétrica, eletrônica, produção e computação) que, além de ministrar aulas têm ampla experiência na atuação da engenharia na cidade de Votuporanga-SP. Todos os profissionais questionados na pesquisa têm pós-graduação Lato Sensu ou Stricto Sensu em engenharia e têm um grande conhecimento da física e sua aplicação no cotidiano de um engenheiro.

Da primeira a quarta pergunta do questionário foram verificados alguns pontos fundamentais sobre a formação e a área de atuação destes, como por exemplo, as matérias que lecionam, instituições que trabalham e suas formações acadêmicas.

No item 5, os professores pesquisados responderam se já lecionaram as disciplinas de física que são oferecidas nos anos iniciais de um curso engenharia, como por exemplo, Física 1 e suas subsequentes, pois são nessas disciplinas que fica perceptível a dificuldade no aprendizado dos alunos.

Tendo em vista que muitos dos pesquisados tem experiência profissional e assim estes conseguem identificar quais grandezas física são usadas de forma equivocada da sociedade, no item 6 é perguntada as demais áreas de atuação do professor pesquisado.

No item 7, é questionado aos professores a importância do estudo das grandezas físicas, focando na sua nomenclatura, simbologia e unidades, já que este é o tópico principal desta dissertação.

Nesta pesquisa, foi possível identificar algumas confusões entre nomenclaturas, portanto, no item 8 do questionário é solicitado aos professores que relatem alguns destes problemas que eles vivenciaram em sala de aula. Já no item 9 é questionado se durante a sua atuação profissional como engenheiro foi possível identificar erros conceituais de grandezas físicas entre os funcionários de uma empresa ou obra.

Uma vez que os alunos podem ter aprendido essas confusões entre grandezas físicas em alguns momentos da sua vida, é questionado aos professores no item 10 onde esse erro pode ter sido transmitido aos alunos.

No item 11 é solicitado que o professor pesquisado sugira uma forma de resolver os problemas de comunicação entre os professores da universidade e os profissionais da área de engenharia, principalmente, a não padronização das grandezas físicas utilizadas dentro e fora da universidade.

Uma grandeza física que gera muita confusão entre os alunos é a resistência, pois, muitos acabam confundindo-a com o componente elétrico denominado resistor, por isso no item 12 é questionado essa diferença aos professores.

Finalizando o questionário, pede-se que os professores descrevam a importância do ensino das grandezas físicas aos alunos e o que este conceito os ajudaria a se desenvolverem como engenheiros.

O questionário aplicado aos professores universitários é importante para se perceber outros problemas referentes ao ensino de física e é também uma forma de receber dados relevantes de outras matérias e sala de aula.

3.2 Questionário I Aplicado aos Alunos

Inicialmente, no primeiro questionário, é perguntado aos alunos o período e o curso que está fazendo a graduação. No item 2, é solicitado que eles relembrem quais disciplinas que cursaram e que havia relação com conceitos de física.

Na universidade particular muitos alunos já trabalham na área de seu curso de graduação, sendo assim, nos itens 3 e 4, os alunos responderam se percebem a utilização de grandezas físicas no seu âmbito profissional e se já perceberam alguma confusão entre grandezas físicas estudadas na universidade com as utilizadas no seu trabalho. No item 5, os alunos devem informar se já se sentiram confusos em sala de aula devido as grandezas físicas, e o que esse fato acarretou em seu desenvolvimento acadêmico. Uma vez que durante essas confusões os alunos perdem sua concentração na explicação do professor, tentando por vezes sanar sua dúvida com algum colega de sala ou até mesmo questionando o professor e parando uma aula.

Ao final do primeiro questionário os alunos devem definir dez das principais nomenclaturas relacionadas a conceitos físicos que geram dúvidas e confusões entre os estudantes e os professores.

3.3 Aula apresentada aos alunos

Na aula ministrada aos alunos, primeiramente foi feita uma apresentação dos objetivos e da importância do tema a ser desenvolvido, já que o foco dessa dissertação é melhorar o ensino dentro das faculdades, e graduar engenheiros preparados para o campo de trabalho.

Após, foram apresentados artigos que serviram de base para o estudo desta dissertação, os quais demonstram a preocupação das indústrias com os profissionais que se formam nas faculdades.

O conteúdo da apresentação foi baseado nos conflitos encontrados nas referências bibliográficas utilizadas no presente trabalho, bem como nos dados colhidos com os professores no questionário aplicado a estes. Entre os principais tópicos abordados estão os conflitos com as seguintes grandezas: voltagem, amperagem, resistor, resistência, potencial elétrico, força eletromotriz, corrente elétrica e resistividade.

Durante a aula foi explicado o conceito correto das grandezas físicas e explicitado a diferença entre as que causam maior confusão entre os alunos, foram demonstradas imagens de sites que mostravam erros dos conceitos de grandezas físicas, como a utilização dos termos voltagem e amperagem e a confusão entre resistência e resistor, bem como foi questionado quais alunos já vivenciaram esses erros.

Também foram realizados diversos debates com os alunos sobre as principais confusões entre as grandezas físicas estudadas nesta dissertação, sendo possível verificar falhas na nossa sociedade e na transmissão de conhecimento por alguns profissionais. No decorrer de toda aula, os alunos tiveram a possibilidade de incluírem suas experiências pessoais sobre o tema, pois é perceptível a presença de alunos que tem conhecimento de prática.

3.4. Questionário II Aplicado aos Alunos

No segundo questionário (ANEXO III), aplicado após a aula, os alunos responderam questões sobre a importância da aula assistida para sua formação acadêmica e atuação profissional. Os alunos fizeram um levantamento de grandezas

físicas que eles nunca tinham utilizado, identificaram possíveis erros de seu uso em sua atividade profissional e acadêmica, além de opinarem sobre este estudo.

A primeira questão do segundo questionário requeria que o aluno relatasse sua opinião sobre a importância dessa aula para o seu rendimento acadêmico, sendo que ele ainda utilizará várias vezes essas grandezas físicas em outras matérias lecionadas durante sua graduação. Já no item 2, foi questionado o que essa aula ajudaria em sua formação acadêmica, já que um engenheiro deve ter um amplo domínio dos conceitos físicos. Nos itens 3 e 4, os alunos deveriam relatar quais grandezas físicas eles desconheciam ou nunca tinham utilizado, tanto em sala de aula, quanto no âmbito profissional. Pediu-se ainda que estes relatem erros que eles utilizavam ou percebiam durante sua vida acadêmica e/ou profissional.

É fundamental para esta dissertação a informação do momento em que os alunos perceberam que alguns conceitos físicos referentes às grandezas físicas foram transmitidas para eles de forma errônea, e isto é questionado o item 5, pedindo este relato com foco no âmbito acadêmico e profissional.

No item 6 é solicitado que os alunos dêem sua opinião sobre a melhor forma de corrigir essas confusões, sendo eles o fator principal da melhora do ensino de física nas universidades.

No último item do segundo questionário os alunos devem definir novamente dez nomenclaturas relacionadas às grandezas físicas. Assim será possível verificar o que eles tinham por conhecimento antes da aula e o que eles aprenderam nessa aula.

4 Resultados

4.1 Questionário Aplicado aos Professores

Através da análise das respostas encontradas no questionário aplicado aos professores, foi possível verificar que 33,33% dos professores são graduados em Física, 16,66% são graduados em Engenharia Elétrica, 16,66% são graduados em Engenharia Mecânica, 16,66% são graduados em Engenharia Civil e 16,66% são graduados em Engenharia da Computação, sendo que destes docentes pesquisados 33,33% possuem duas graduações.

Todos os professores possuem vasta experiência em sala de aula, sendo que 50% lecionam há mais de 25 anos e 50% lecionam há mais de 30 anos. Dos pesquisados, 75% já lecionaram disciplinas iniciais de Física.

No item 6, constatou-se que 100% dos professores exercem alguma outra função para sociedade que está relacionada com sua formação, como através de consultorias e atuação como engenheiro.

No item 7, 100% dos pesquisados consideraram máxima importância para esse estudo, isso revela que todos os professores, não importando a formação acadêmica, devem focar, orientar e corrigir os erros referentes as grandezas físicas referentes a nomenclaturas e simbologias.

No item 8 do questionário, foi possível identificar que 100% dos entrevistados tiveram problemas em sala de aula referente a confusões de alunos com nomenclaturas, não apenas na física como até mesmo na matemática. No item 9, registrou-se que as confusões das grandezas físicas vão além dos conceitos desenvolvidos nos cursos de engenharia. Todos os pesquisados relataram problemas com as grandezas físicas da termodinâmica. Um professor relatou que os alunos confundem as duas unidades básicas para o cálculo de calor, o Joule e a Caloria. Além disso, segundo os entrevistados, o aluno não compreende corretamente o estudo de calor se o professor não deixar claro que esse conceito físico representa o estudo de energia.

São muitas as grandezas físicas citadas pelos professores no questionário que os alunos acabam confundindo em sala de aula, como a temperatura, primeiro pela confusão da definição do conceito e segundo pela variedade de unidades para

essa grandeza. Também há confusão entre a força gravitacional e aceleração da gravidade, a primeira é uma força exercida por um corpo atraindo outro e a segunda representa uma aceleração que um corpo recebe em queda livre.

Peso e massa também são duas grandezas físicas tradicionalmente confundidas em sala de aula e no cotidiano das pessoas, conforme relatado pelos docentes, mas que muitos professores comentam sobre elas ao invés de discutir e exemplificar para os alunos as confusões visualizadas no cotidiano deles.

Peso e força gravitacional são duas grandezas físicas que fazem parte da discussão dessa dissertação, eles são passados em tópicos diferentes dentro de livros e apostilas, mas representam uma mesma ideia física, representando pela física clássica a força de atração gravitacional entre dois corpos que possuam massa, geralmente em seus enunciados não fica clara essa relação, fazendo com que o aluno pense que são grandezas físicas diferentes.

Uma grandeza física que todos professores indicaram na pesquisa e que foi fonte de inspiração dessa dissertação é a confusão entre tensão elétrica e potência elétrica. Alguns alunos não sabem diferenciar esses dois conceitos, onde a potência elétrica é a transformação de energia elétrica em alguma outra forma de energia durante um intervalo de tempo e a tensão elétrica é a quantidade de energia necessária para o seu funcionamento.

No item 10, 100% dos professores relatam que a confusão que os alunos trazem para a universidade sobre as grandezas físicas vem do ensino médio, onde alguns educadores transmitem o conteúdo curricular com alguns equívocos usuais do cotidiano dos alunos e até mesmo pelas inversões de nomenclaturas usadas em livros e apostilas.

No item 11, foi sugerido pelos docentes que os professores e os materiais didáticos no ensino médio e nas universidades adotassem somente o sistema internacional de unidades e que fossem padronizados alguns conceitos físicos, mas que isso teria que ir além de apostila e livros, e abranger toda a sociedade.

No item 12, os professores tiveram que diferenciar o conceito físico de resistência de um resistor. Todos os professores fizeram a definição bem clara e prática, representando o seu conhecimento nessa área e demonstrando que este erro não está presente no grupo pesquisado.

Ao final do questionário foi solicitado que os entrevistados fizessem um comentário sobre a importância do estudo das grandezas físicas. Foi possível observar que todos relataram que o estudo dessa área do conhecimento é vital para a formação de um bom profissional, e que para compreender um fenômeno físico é importante conhecer as grandezas físicas envolvidas, juntamente com suas características escalares ou vetoriais.

4.2 Questionário I Aplicado aos alunos

No dia trinta e um de novembro de dois mil e quinze (31/11/2015), solicitou-se aos alunos do segundo e sexto período das turmas de engenharia elétrica e eletrônica, que respondessem dois questionários, também foi desenvolvida uma aula esclarecendo erros comuns de grandezas físicas e, demonstrando sua importância nos cursos de engenharia.

No primeiro questionário, que foi aplicado antes do começo da aula, verificou-se o conhecimento básico dos alunos referente ao ensino de física e a importância do estudo das unidades, além de sondá-los sobre sua dificuldade em aprender as grandezas físicas.

No item 1, os alunos colocaram somente o curso que estão fazendo e o período que se encontram, dos 93 alunos pesquisados: 47,33% estão no segundo período de engenharia elétrica, 10,75% estão no segundo período de engenharia eletrônica, 32,25% estão no sexto período engenharia elétrica e 9,67% estão no sexto período de engenharia eletrônica.

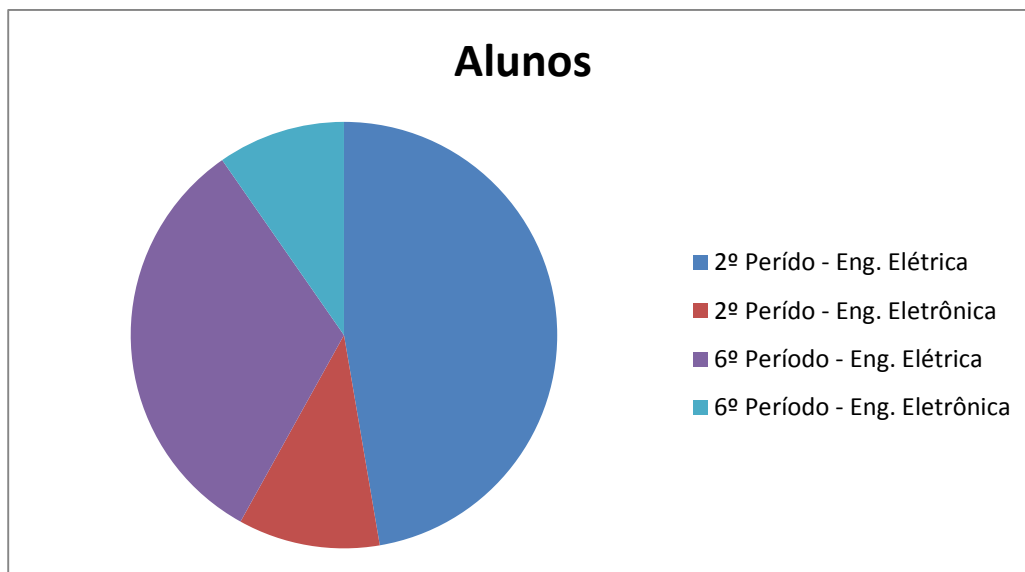


Gráfico 1 – Distribuição dos alunos pesquisados por curso e período.

Para verificar se o aluno está compreendendo as relações com as disciplinas transmitidas a eles, no item 2 eles responderam quais matérias que tiveram durante o curso que estão relacionadas com física. Foi possível perceber uma grande compreensão do conteúdo aprendido, principalmente na turma do sexto período. Já o segundo período não fez essa relação, pois, ainda está tendo aulas básicas para o curso de engenharia.

No item 3, os alunos responderam se eles utilizam grandezas físicas no seu ambiente de trabalho. Grande parte destes (50,54%) confirmou a utilização de conceitos como corrente elétrica e tensão elétrica, mesmo trabalhando em áreas distintas do curso que realizam. Nesse item foi possível verificar que muitos alunos trabalham na empresa Elektro, companhia de distribuição de energia na região de Votuporanga, enquanto outros alunos trabalham em várias áreas dentro de usinas de cana-de-açúcar. Com isso, esses alunos ouvem e utilizam diversas grandezas físicas trabalhadas nas aulas de Eletromagnetismo e Física 1 e 2.

No item 4, os alunos responderam questões referentes ao tema da referida dissertação. Foi perguntado se estes já se depararam com confusões entre grandezas físicas utilizadas na sala de aula e no trabalho, 54,3% dos alunos relataram um problema com as nomenclaturas entre voltagem e tensão elétrica ou D.D.P. e Resistência e Resistor, principalmente os alunos do sexto período que já tiveram disciplinas como Eletricidade Básica, Circuitos Elétricos e Eletrônica.

Um ponto importante do estudo dessas confusões entre as grandezas físicas é questionado no item 5, no qual os alunos relataram essa dificuldade em sala de aula. Alguns destes mencionaram um problema de simbologia, onde tensão elétrica é representada pela letra “U” em seu trabalho ou na época do colegial e na universidade pela letra “V” fazendo-o se confundir na hora de resolver um exercício ou até mesmo de compreender um conceito novo em sala de aula.

O item 6, os alunos tiveram que definir alguns conceitos Físicos. Foi orientado que se por acaso eles não conhecessem alguns destes itens deveriam deixar em branco. Alguns alunos não descreveram conceitos como a força eletromotriz e potencial elétrico, e relacionaram o conceito de tensão elétrica com a voltagem e corrente elétrica com amperagem. Tendo em vista que os alunos que cursam o 2º período da graduação ainda não aprofundaram os conceitos físicos questionados, é apresentado no Gráfico 2 a quantidade das questões respondidas de forma errônea ou sem respostas pelos 31 alunos que cursam os 6º períodos.

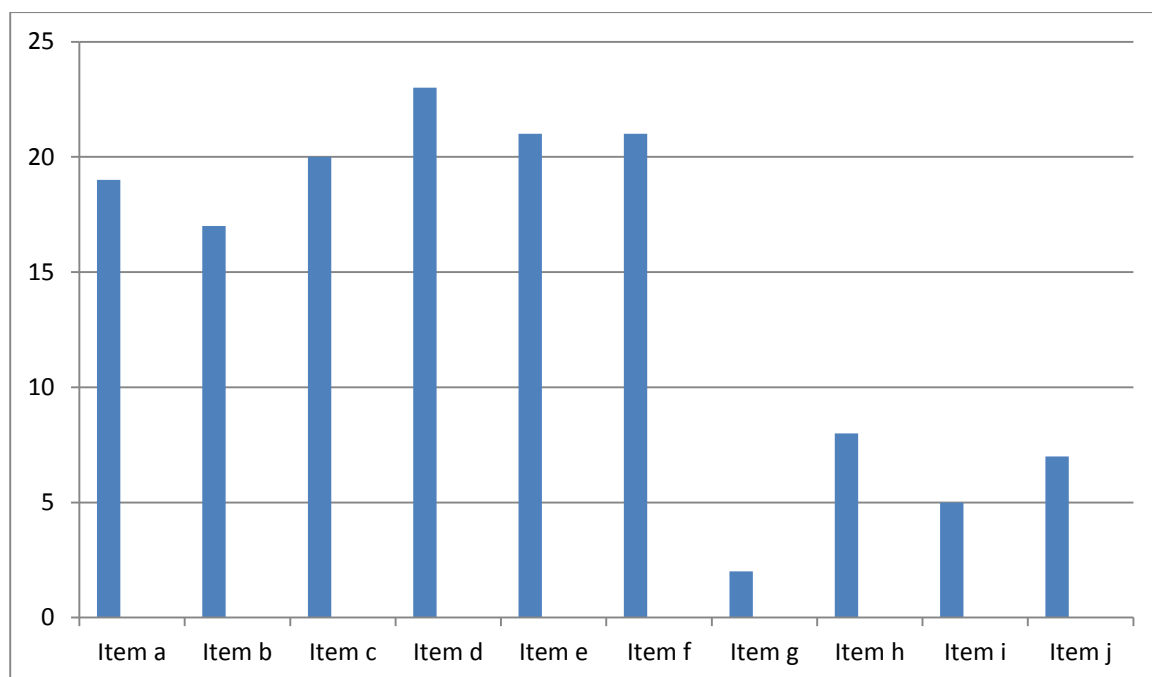


Gráfico 2 – Perguntas respondidas erradas ou sem respostas dos alunos dos 6º períodos.

Através do gráfico apresentado percebe-se uma falha no desenvolvimento acadêmico destes alunos. Portanto, os docentes dos cursos de engenharia devem se preocupar e buscar formas de transmitir o máximo de conhecimento para estes.

4.3 Aula apresentada aos alunos

No desenvolvimento da aula, os alunos relataram em diversos momentos a preocupação com o nível de ensino passado a eles, principalmente, pedindo um foco maior em conceitos e práticas do que somente em resolução de exercícios. Foi comentado com os alunos sobre a reportagem “De olho na eficiência, indústria quer mudar ensino de engenharia” (CARNEIRO, 2014) e discutido dados relevantes sobre a quantidade de engenheiros formados no Brasil e a busca da CNI por uma melhora no ensino dentro dos cursos de engenharia.

Alunos que trabalham em lojas de equipamentos elétricos relataram erros apresentados em sala de aula, como o uso das palavras voltagem, amperagem e resistência. Esses mesmos erros foram expressos por engenheiros dentro da loja em que o aluno trabalha. Outro exemplo, agora em uma empresa de distribuição de energia, um aluno relatou que o seu diretor adverte o funcionário que utilizar a expressão amperagem. Assim conseguimos visualizar que existem pessoas preparadas e conscientes dentro das empresas, pois estes dão a devida importância para a forma correta de transmitir uma grandeza física aos seus funcionários.

Alunos que trabalham em oficinas para veículos (auto elétricas), relataram que baterias de carros e medidores elétricos utilizados na empresa vêm com a descrição de amperagem e voltagem de trabalho. Outro erro comum foi a confusão entre Resistência e Resistor relatado pelos alunos em várias empresas e no cotidiano deles.

Quando foram comentados os erros encontrados em livros, os alunos se surpreenderam e relataram uma dificuldade na transição do ensino médio para a universidade, devido à mudança de algumas nomenclaturas e simbologias que eram utilizadas em determinados conceitos físicos.

Muitos alunos ficaram impressionados com o fato de que muitas palavras utilizadas no seu cotidiano com a terminação “agem” eram errôneas. Esses alunos não tiveram a devida orientação que uma unidade não pode exercer uma ação, mas muitos professores não levam esse erro em consideração, ocultando-os e até mesmo usando-os sem se preocupar com a forma ideal de utilização.

4.4 Questionário II Aplicado aos Alunos

Ao final da aula, foi pedido que os alunos respondessem um segundo questionário, a fim de verificar a importância deste e analisar se o que foi apresentado a eles teve impacto no seu aprendizado.

No item 1, os alunos relataram a importância dessa aula para o seu desenvolvimento acadêmico, onde eles perceberam que essas confusões geradas pelo próprio ensino podem afetar seus estudos e analisaram essa aula como uma evolução no curso. Alguns alunos do segundo período relataram desconhecimento da existência de tantas nomenclaturas, e que esse aprendizado facilitaria seu desempenho acadêmico em outras disciplinas.

O objetivo desta aula não se refere apenas ao aprimoramento acadêmico, mas também profissional, assim, no item 2, os graduandos expressaram a importância dessa aula para sua futura atuação como engenheiro. Os alunos perceberam que essa definição correta das grandezas físicas é importante para se expressar em uma futura profissão, onde seus funcionários os verão com mais respeito, além de ajudá-los em futuras pesquisas na área acadêmica.

No item 3, os alunos citaram as principais grandezas físicas que eles não tinham total conhecimento e que foram demonstradas em aula. Verificou-se que 70% não compreendiam corretamente as nomenclaturas, por exemplo, de potencial elétrico e força eletromotriz.

No item 4, os alunos relataram os erros mais comuns utilizados no seu cotidiano. Como era de se esperar, devido as respostas obtidas no primeiro questionário, os principais relatos foram da nomenclatura voltagem, amperagem e resistência. Outros itens comentados foram as nomenclaturas terminadas com “agem”, citadas durante a aula, como por exemplo, quilometragem, pesagem e outras mais.

Essas confusões de grandezas físicas podem ter começado nos alunos em diversos momentos da vida e isso foi relatado no item 5. Como exemplos, citam-se o ensino médio, ambiente de trabalho, principalmente na utilização desses conceitos na sociedade. Um ponto importante foi que alguns relataram que nos cursos técnicos esse tipo de erro nunca foi comentado, bem como que foram transmitidas informações de forma errônea, como por exemplo, confundir Resistência com

Resistor. Alunos relataram esse erro no questionário e até mesmo em uma conversa ao final da aula.

No item 6, os alunos opinaram sobre uma forma de evitar esses erros/confusões na sua vida acadêmica e profissional. Alguns estudantes relataram que isso deveria ser transmitido de forma mais incisiva nas aulas dentro das universidades. Um aluno relatou a seguinte frase: “Mostrando o que acabamos de ver, e corrigindo os livros”. Alguns alunos opinaram no sentido de que esses conhecimentos deveriam ser passados nos anos iniciais da graduação.

Nesse mesmo item, alguns alunos sugeriram medidas muito parecidas com as que os professores descreveram no seu questionário, isto é, uma padronização dos conceitos nos níveis acadêmicos. Assim, todos os professores de ensino médio, técnico e superior deveriam ensinar um mesmo conceito físico utilizando as mesmas nomenclaturas e símbolos.

Ao final do questionário, os alunos definiram novamente as dez nomenclaturas expostas no primeiro questionário. O gráfico 3 mostra a quantidade de questões respondidas erroneamente ou sem respostas pelos alunos do 6º período, uma vez que os alunos dos 2º períodos não tiveram amplo contato com os conceitos questionados.

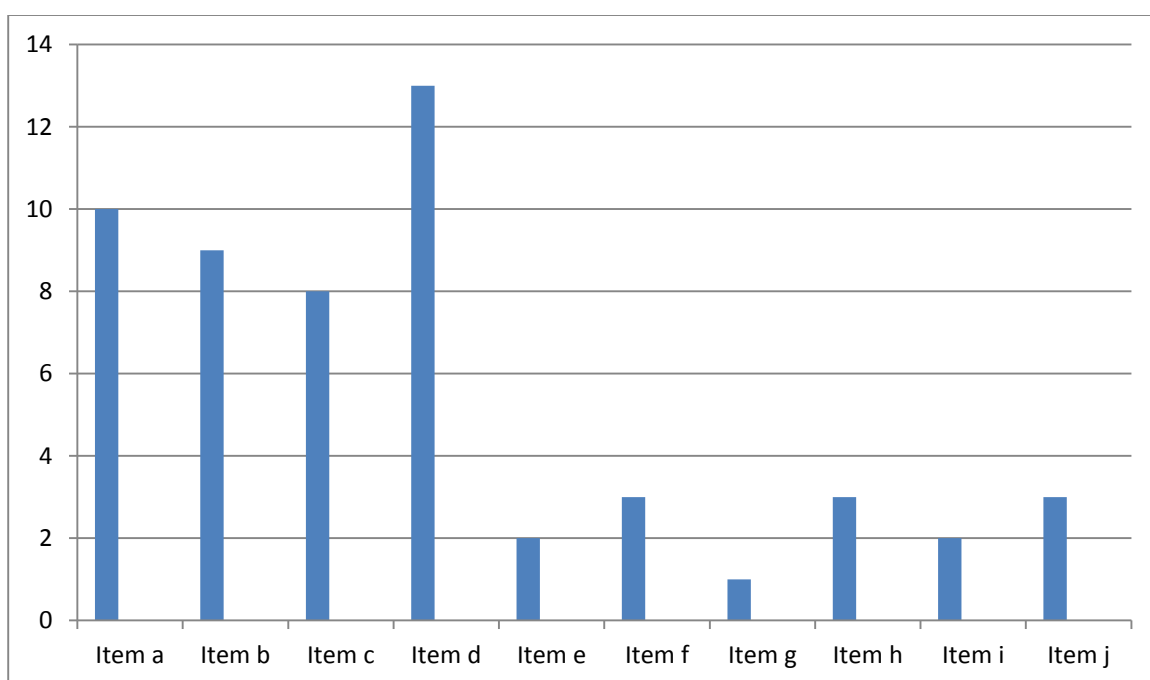


Gráfico 3 – Perguntas respondidas erradas ou sem respostas dos alunos dos 6º períodos.

Analisando o Gráfico 3 é possível concluir que após a aula ministrada houve uma grande quantidade de definições corretas. Ainda que alguns alunos confundiram algumas grandezas físicas, foi possível perceber a identificação de nomenclaturas errôneas e diferenciação das palavras resistência, resistor e resistividade.

5 Sugestões De Formas De Atuação Dos Professores Das Engenharias

É sugerido aos professores que ministram aulas nos períodos iniciais de engenharia elétrica e/ou eletrônica que tenham o conhecimento do nível de aprendizado dos seus alunos, possibilitando assim o desenvolvimento de atividades específicas e adequadas para esses. O professor que leciona matérias iniciais, como a de física, deve ter a percepção de que seus alunos iniciam uma graduação com certos erros conceituais adquiridos do seu convívio social e de processos educacionais falhos.

Tendo em vista os conflitos encontrados na utilização das grandezas físicas pelos alunos nos cursos de engenharia sugerimos:

1. Que todos os professores de uma mesma instituição, antes do início das atividades docentes, se comunicarem a fim de utilizarem as mesmas grandezas físicas, tanto em sala de aula, quanto em seus laboratórios. A decisão sobre a melhor nomenclatura para a utilização em sala de aula deve ser tomada entre os professores nas reuniões de planejamento no começo de todo semestre.

2. Os docentes devem adotar livros que desenvolvam o conceito físico da forma mais similar possível, e quando não tiver outra opção devem informar aos alunos a forma correta de se pronunciar ou expressar um determinado conceito físico, bem como uniformizar a bibliografia utilizada de acordo com a nomenclatura mais utilizada.

3. Aplicação de um questionário para que os professores tenham o conhecimento do nível de aprendizado dos alunos, sugerimos como exemplo ou modelo os questionários utilizados nessa dissertação. Este questionário poderá abordar os temas referentes aos conceitos básicos que serão utilizados durante a graduação.

4. Estimular os debates em sala de aula com o objetivo de corrigir os erros conceituais sobre as grandezas físicas e deixar claro para os alunos as formas corretas de se enunciar e esclarecer os tipos de nomenclaturas.

5. Uma maior utilização dos Laboratórios para auxílio no ensino das grandezas físicas. Pois, através deste é possível mostrar na prática os conceitos e assim fazer com que o aluno assimile melhor o conteúdo.

6. Sugere-se ministrar uma aula para debater e explicar aos alunos as grandezas físicas e suas nomenclaturas usadas nos cursos de Engenharia e estendidas para suas futuras áreas de atuação, empresas e fábricas.

6 Conclusão

Com a pesquisa sobre os conflitos referentes às grandezas físicas e o grande déficit no ensino de física nos cursos de engenharias nas universidades, foi possível perceber que ainda há grandes divergências no âmbito educacional (universidades) e empresarial (campo de trabalho), mas que essas podem ser resolvidas com um ensino integrador.

Através dos dados colhidos verificou-se que existe uma falta de padronização no uso das grandezas físicas nos cursos analisados. Se as universidades e os docentes, dos primeiros anos dos cursos de engenharia, fizessem um levantamento do nível de aprendizado dos alunos em física, estes poderiam desenvolver formas de aprimorar o conhecimento destes alunos e prepará-los para as futuras matérias do seu curso que exigem um amplo conhecimento das disciplinas iniciais do seu curso. Isso facilitaria o desenvolvimento acadêmico deste aluno no âmbito de sala de aula e pesquisa.

Com a utilização da proposta sugerida nessa dissertação os alunos terão um desenvolvimento intelectual aprimorado sobre o ensino de física. Também é importante que os professores compreendam a importância de que todo um corpo docente trabalhe de forma mais unificada, utilizando as mesmas nomenclaturas sobre as grandezas físicas.

Quando os docentes de uma instituição entender que o trabalho em grupo é um fator essencial para a transmissão do conhecimento, e que é extremamente importante que todos eles se expressem da mesma forma perante seus alunos, o ensino se tornará mais fácil e prazeroso. Conseqüentemente é esperado que estes terminem sua graduação com um aprendizado mais significativo e que se tornem profissionais mais capacitados para atuar no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETA, Vagner Bernal; YAMAMOTO, Issao. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n.3, p. 324-341, 2002.

CARNEIRO, Mariana. De olho na eficiência, indústria quer mudar ensino de engenharia. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 29 de julho de 2014. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/07/1492585-de-olho-na-eficiencia-industria-quer-mudar-ensino-de-engenharia.shtml>>. Acesso em 04 de dezembro de 2014.

CARRON, Wilson. **Eletrodinâmica – Física**. Ribeirão Preto: Person Education do Brasil Ltda, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, Gabriel Dias de; AGUIAR JÚNIOR, Orlando. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Cad.Bras.Ens. Fís.**, v. 25, n 2, p 207-227, 2008.

CLEMENT, John. Model based learning as a key research area for science education. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 9, p. 1041-1053, 2000.

CUSMOVA, David. et al. **Uma proposta metodológica de ensino de física para os cursos de engenharia**. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40, 2012, Belém.

DAGNINO, Renato; NOVAES, Henrique Tahan. O papel do engenheiro na sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 1, n. 6, p.95-112, 2008.

DIAS, José Luciano de Mattos. Medida normalização e qualidade. **Aspectos da história da metrologia do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro, 1998.

DUIT, Reinders; TEAGUST, David. Student's Conception and Constructivism. **Improving Science Education**. 1995.

FARUOLO, Luciano Bruno; FERNANDES, José Luiz. A importância do ensino de metrologia, com foco na incerteza de medição, na formação de engenheiros. In: A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE METROLOGIA, COM FOCO NA INCERTEZA DA MEDIÇÃO, NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS, 2005. Campina Grande. **Anais**

eletrônicos... Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em <<http://repositorios.inmetro.gov.br/handle/10926/742>>. Acesso em 12 fevereiro 2015.

FERREIRA, Marco. Determinantes do Rendimento Acadêmico no Ensino Superior. **Revista Internacional d'Humanitats**, v. jan.-abr., n. 15, p. 55-60. 2009.

FIGUEIREDO, Eduardo; DOCA Ricardo Helou. **Física Mecânica – Ondas**. São Paulo: CERED, 2015.

GASPAR, Alberto. **Física**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2005.

HESTENES, David. Modeling methodology for physics teachers. In: Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education, College Park, August 1996. Arizona. **Anais eletrônicos...** Arizona: Arizona State University. Disponível em <<http://modeling.asu.edu/R&E/ModelingMeth-jul98.pdf>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2015.

KAPER, Wolter H.; GOEDHART, Martin F. Forms of Energy, an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 1, p. 81-95, 2002.

NETO, Luiz Ferraz. **Corrigindo velhos chavões**. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/sala19/texto11.asp>> Acesso em 10 de março de 2015.

NORATOS, Branislav M. **Eletromagnetismo**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

NUSSENZVEIG, Moysés. **Curso de Física Básica 3 Eletromagnetismo**. São Paulo: Blucher, 1997.

OLIVEIRA, Paulo José Coelho de. **Ensino da física num curso superior de engenharia: na procura de estratégias promotoras de uma aprendizagem activa**. 2009. 283 f. Tese (Doutorado em Didáctica) – Universidade de Aveiro, Portugal.

PINHEIRO, Margarida Maria Solteiro Martins. **Metodologias PBL em Ambientes Simuladores no Ensino Superior Profissionalizante**. 2008. 672 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade de Aveiro, Portugal.

ROTH, Kathleen J..Developing Meanningful Conceptual Understanding in Scienci.**Dimensional of Thinking and Cognitive Instruction**.p. 139-175. 1990.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, CaioSérgio.**Universo da Física 3: ondulatória, eletromagnetismo, física moderna**. 2 ed. São Paulo: Atual, 2005.

SILVA, Claudio Elias da. et al. **Eletromagnetismo Fundamentos e Simulações**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

SOROCABA, José Roberto Castilho; ARRUDA, Luís Ricardo; CARRILHO, Ronaldo. **Anglo: ensino médio: livro texto**. São Paulo: Anglo, 2008.

VERGNAUD, Gerard. Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 1993, Rio de Janeiro. **Anais do Seminário Internacional de Educação Matemática**. p. 1-26. 1993.

VOSNIADOU, Stella. Capturing and modeling the process of conceptual change.**Learning andInstruction**, v. 4, p. 45-69, 1994.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUISA FILHO” - UNESP
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Prezado (a) professor (a):

Este questionário enquadra-se em uma investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Ensino de Física, realizado entre professores que lecionam no Ensino Superior. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (tese de Mestrado), sendo realçado que as respostas dos inquiridos representam apenas a sua opinião individual.

O questionário é anônimo, portanto, os participantes não devem colocar a sua identificação em nenhuma das folhas e nem assinar o questionário.

Não existem respostas certas ou erradas, por isso, solicitamos que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões.

Obrigado pela sua colaboração.

1. Formação Acadêmica:

2. Matéria(s) que Leciona:

3. Atua em sala de aula há quanto tempo:

4. Em quais instituições trabalha?

5. Já lecionou alguma matéria inicial de física, como por exemplo, Física 1 e suas subsequentes?

Sim Não

Se sim, qual?

6. Além de lecionar, você exerce alguma outra função para sociedade que esteja relacionada com sua formação?

Sim Não

Se sim, qual?

7. De 0 a 10, qual o nível de importância que você dá ao estudo das grandezas físicas, discutindo símbolos, unidades e variações de nomenclatura?

0	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>
1	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>

2 5 8

8. Durante os anos de atuação em sala de aula, já percebeu ou foi questionado sobre alguma confusão entre grandezas físicas, como por exemplo, a grandeza física tensão elétrica e voltagem e força peso e carga?

Sim Não

Se sim, quais?

9. Se tiver experiência na atividade de engenheiro, já percebeu alguma confusão entre grandezas físicas no cotidiano de trabalho, principalmente entre funcionários de obras ou fábricas?

Sim Não

Se sim, quais?

10. Quando perceptíveis essas confusões entre grandezas física, na sua opinião, onde começou esse problema?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Trabalho | <input type="checkbox"/> Cursos de
Aperfeiçoamento |
| <input type="checkbox"/> Início da
Graduação | <input type="checkbox"/> Ensino
Médio |
| <input type="checkbox"/> Adaptação da
Sociedade | <input type="checkbox"/> Final da
Graduação |
| <input type="checkbox"/> Pós-Graduações | <input type="checkbox"/> Ensino num todo |

11. Devido a não padronização na nomenclatura de algumas determinadas grandezas físicas, pode-se gerar problemas na comunicação entre professores e engenheiros. Qual seria a melhor forma de padronizar todas as grandezas físicas no âmbito acadêmico e profissional?

12. Um conceito Físico que se inverte muito é a ideia de resistor e resistência, em poucas linhas, diferencie-os:

13. Como o foco deste trabalho é o estudo das grandezas físicas, descreva em poucas linhas a importância desse conceito.

ANEXO B

Questionário I – Aula 31/10/2015

1. Qual o seu curso e em qual período se encontra da instituição?

2. Quais matérias relacionadas a física você já teve durante sua atual graduação?

3. No seu ambiente de trabalho, você percebe a utilização de grandezas físicas?
Se sim, quais?

4. Você já se deparou com alguma confusão de grandezas físicas utilizadas no seu trabalho com as utilizadas na sala de aula? Se sim, quais?

5. Durante as aulas ministradas na graduação, você já se sentiu confuso com a utilização de grandezas físicas em sala de aula? Se sim, o que esse fato acarretou no seu desenvolvimento acadêmico?

6. Defina em poucas palavras os seguintes conceitos Físicos:

a) Potencial elétrico: _____

b) Tensão elétrica: _____

c) D.D.P.: _____

d) Força eletromotriz: _____

e) Voltagem: _____

f) Amperagem: _____

g) Corrente elétrica: _____

h) Resistência elétrica: _____

i) Resistor elétrico: _____

j) Resistividade elétrica: _____

ANEXO C

Questionário II – Aula 31/10/15

1. Qual a importância dessa aula para o seu ensino acadêmico?

2. E para a sua futura atuação como engenheiro?

3. Das grandezas físicas apresentadas nessa aula, qual (is) que você não tinha total conhecimento?

4. Dos erros apresentados na aula, qual (is) você utilizava no seu cotidiano?

5. Você atribui esses erros a que momento da sua vida profissional e acadêmica?

6. Na sua opinião, qual a melhor forma de evitar que essas confusões sejam transmitidas aos alunos dos cursos de engenharias?

7. Defina em poucas palavras os seguintes conceitos Físicos:

a) Potencial elétrico: _____

b) Tensão elétrica: _____

c) D.D.P.: _____

d) Força eletromotriz: _____

e) Voltagem: _____

f) Amperagem: _____

g) Corrente elétrica: _____

h) Resistência elétrica: _____

i) Resistor elétrico: _____

j) Resistividade elétrica: _____

ANEXO D

Proposta de atividade a ser aplicada aos cursos de engenharia

É sugerido aos professores que ministram aulas nos períodos iniciais de engenharia elétrica e/ou eletrônica que tenham o conhecimento do nível de aprendizado dos seus alunos, possibilitando assim o desenvolvimento de atividades específicas e adequadas para esses. O professor que leciona matérias iniciais, como a de física, deve ter a percepção de que seus alunos iniciam uma graduação com certos erros conceituais adquiridos do seu convívio social e de processos educacionais falhos.

Tendo em vista os conflitos encontrados na utilização das grandezas físicas pelos alunos nos cursos de engenharia sugerimos:

1. Que todos os professores de uma mesma instituição, antes do início das atividades docentes, se comuniquem a fim de utilizarem as mesmas grandezas físicas, tanto em sala de aula, quanto em seus laboratórios. A decisão sobre a melhor nomenclatura para a utilização em sala de aula deve ser tomada entre os professores nas reuniões de planejamento no começo de todo semestre.

2. Os docentes devem adotar livros que desenvolvam o conceito físico da forma mais similar possível, e quando não tiver outra opção devem informar aos alunos a forma correta de se pronunciar ou expressar um determinado conceito físico, bem como uniformizar a bibliografia utilizada de acordo com a nomenclatura mais utilizada.

3. Aplicação de um questionário para que os professores tenham o conhecimento do nível de aprendizado dos alunos, sugerimos como exemplo ou modelo os questionários utilizados nessa dissertação. Este questionário poderá abordar os temas referentes aos conceitos básicos que serão utilizados durante a graduação.

4. Estimular os debates em sala de aula com o objetivo de corrigir os erros conceituais sobre as grandezas físicas e deixar claro para os alunos as formas corretas de se enunciar e esclarecer os tipos de nomenclaturas.

5. Uma maior utilização dos Laboratórios para auxílio no ensino das grandezas físicas. Pois, através deste é possível mostrar na prática os conceitos e assim fazer com que o aluno assimile melhor o conteúdo.

6. Sugere-se ministrar uma aula para debater e explicar aos alunos as grandezas físicas e suas nomenclaturas usadas nos cursos de Engenharia e estendidas para suas futuras áreas de atuação, empresas e fábricas.