



Relato do trabalho sobre ensino de Física com aplicações em engenharia de segurança do trabalho

Work report about physics teaching with applications on occupational safety engineering

Angelo Cerqueira¹, Douglas Gustavo Monteiro Ferreira¹, Raphael Souza da Silva¹, Estefany Ohana de Castro da Costa¹

AUTHOR AFILIATIONS

1 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro(UERJ)

ORCIDS AND CONTACT

Angelo Cerqueira da Cunha Júnior

Orcid: 0009-0008-5468-0300

angelo.junior@uerj.br

Douglas Gustavo Monteiro Ferreira

Orcid: 0009-0002-5827-8438

dgmonteiro.1997@gmail.com

Raphael Souza da Silva

Orcid: 0009-0000-4151-8728

rafaelsouzadasilva9@gmail.com

Estefany Ohana de Castro da Costa

Orcid: 0009-0005-9274-2347

estefany.ohana1997@gmail.com

ABSTRACT

This work was developed in a Project of physics teaching where the focus is to relate the physical concepts to practical applications in the field of engineering. The field of engineering covered is occupational safety engineering. The importance of this relation is showing to students that physical concepts are used to size personal protective equipment and minimization or elimination of exposure to physical risks. Therefore, the presentation of this relation may provide a direct connection between college discipline and daily applications in professional environment. In this work were covered three applications: electrical hazard, mechanical risk and radioactive risk. The analysis made in this Project are used as exposition of examples of applications in theoretical physics classes, as a way of becoming the physical teaching more practical and to connect with specific disciplines of engineering. The expectation is to capture the student's attention and make easy learning of physics by connecting to practice

Keywords: Physics teaching, Radioprotection, Work safety.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido em um projeto de ensino de física onde o foco é relacionar os conceitos físicos com aplicações práticas na área de engenharia. A área da engenharia abordada é a engenharia de segurança no trabalho. A importância desta relação é mostrar aos alunos que os conceitos físicos são usados para dimensionamento de EPI's e minimização ou eliminação de exposição aos riscos físicos. Assim, ao apresentar esta relação ao aluno pode-se proporcionar uma conexão direta entre a disciplina e aplicações cotidianas no meio profissional. Neste trabalho foram abordadas três aplicações: risco elétrico, risco mecânico e risco por radiação ionizante. Os estudos feitos neste projeto são usados com exposição de exemplos de aplicações nas aulas de física teórica, uma forma de tornar o ensino de física mais prático e com conexão com as disciplinas de específicas de engenharia. A expectativa é prender a atenção do aluno e facilitar a aprendizagem da física ao conectá-lo com a prática.

Palavras-chave: Ensino de Física, Radioproteção, segurança do trabalho.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física apresenta há muitos anos em todos os níveis do sistema educacional grande dificuldade (Araújo e Adib, 2003) por ser uma disciplina que lida com vários conceitos teóricos que são descritos através da matemática. Devido a esta peculiaridade, muitos alunos apresentam dificuldades de compreensão que levam à falta de interesse na disciplina e altos índices de reprovação. Há ainda a dificuldade de relacionar o conteúdo teórico com fenômenos e aplicações práticas do cotidiano. Buscar a relação entre abstração teórica e aplicações no cotidiano é importante porque é uma maneira simples de tornar a disciplina mais interessante e mais acessível ao aluno.

Com a intenção de atenuar esse problema procurou-se utilizar exemplos de estudos menos usuais nas aulas de Física com a motivação de apresentar ao aluno aplicações na engenharia relacionada com o tema segurança (Raia Jr, 2000). Este estudo foi realizado por três alunos bolsistas do programa de Pró-docência da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Um dos aspectos de extrema importância da Física é o seu papel na aplicação da engenharia de segurança do trabalho a fim de controlar os riscos físicos. A Física é útil para o fornecimento da base científica para a análise e controle de riscos laborais e de riscos principalmente em atividades na área industrial.

As aplicações da Física são: Estudos de forças, Dinâmica e cinemática, Acústica, Eletricidade, Termodinâmica, Fluidos, Ergonomia e Proteção Radiológica.

Na aplicação de Estudos de forças há dois temas principais: análise de resistência de materiais e análise de estabilidade de estruturas. Na análise de resistências de materiais, calcula-se tensões e deformações de estruturas e objetos a fim de evitar colapsos. Na análise de estruturas, a física é aplicada para avaliar as forças que atuam nas mais diversas formas de estruturas tais como edificações e pontes.

Na aplicação de Dinâmica e cinemática, há a análise de quedas e análise de prevenção de acidentes com máquinas. Na análise de quedas, a física é útil para determinar o impacto de quedas. Isto é útil para propor medidas de segurança como utilização de equipamento de proteção individual (EPI). Na análise de prevenção de acidentes são feitos cálculos de velocidade, aceleração, forças de impacto. É muito útil para dimensionamento de sistemas de amortecimento.

Na aplicação da Acústica, são feitas análises de ruído. Estes estudos são importantes para proporcionar diminuição de exposição ao ruído e dimensionamento de EPI's.

Na aplicação de Eletricidade, são feitas análises para evitar choques elétricos e garantir a segurança de sistemas elétricos.

A aplicação de Termodinâmica visa o controle térmico e a segurança contra incêndios. O controle térmico avalia os riscos em ambientes com altas temperaturas. A segurança contra incêndios consistem em calcular e dimensionar sistemas de ventilação e extinção de incêndio.

A aplicação em Fluidos consiste em fazer análise de pressão em sistemas hidráulicos, a fim de prevenir contra vazamentos e explosões, e fazer o controle de fluidos para estudos de vazão e velocidade.

Em ergonomia visa o bem estar do indivíduo para minimizar esforços e riscos de lesão em análises de movimento e postura.

E finalmente, no caso da Proteção radiológica ou Radioproteção, o uso dos princípios físicos é fundamental para a minimização a exposição de radiações ionizantes e não-ionizantes. Também é importante para dimensionamento de blindagem contra radiação.

Utilizando esses exemplos de estudos, o objetivo é apresentar o conteúdo teórico aplicado na engenharia de segurança do trabalho. A intenção é utilizar esta conexão para que o aluno tenha mais facilidade de absorção do conteúdo e, dessa maneira, o aluno tenha mais interesse por relacionar a disciplina com aplicações cotidianas. Um outro aspecto importante é mostrar a importância da aplicação dos conceitos físicos com a finalidade de se proporcionar a

segurança, um tema de grande importância na indústria.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram abordadas três aplicações: Estudo de forças, Eletricidade e Proteção Radiológica.

No estudo de forças, foi feita uma pesquisa sobre os materiais usados para a composição do equipamento de proteção individual em questão e verificou que o material é o polietileno de alta densidade(PEAD)(Coutinho, 2003). Então, o aluno realizou ensaios com o PEAD. Os corpos de prova foram confeccionados em laboratório, uma quantidade de 12 unidades. Esses corpos de prova foram submetidos ao ensaio de IZOD e tração com a finalidade de determinar suas propriedades mecânicas. A tabela da Figura 1 mostra os dados das 12 amostras(corpos de prova). O gráfico que relaciona a força aplicada com a deformação é mostrado na parte inferior da Figura 1.

Na aplicação de eletricidade, foi feito um estudo simples da aplicação da lei de Ohm(Walker, 2016) para ilustrar de forma prática a segurança em eletricidade. O EPI considerado é a luva de borracha para evitar choque elétrico. Por meio de cálculos simples que envolvem a lei de Ohm

$$i = \frac{V}{R}$$

e a fórmula usada para a determinação da resistência elétrica em termos da resistividade elétrica de um material

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Foram realizados cálculos de corrente elétrica no corpo humano levando em consideração o uso do EPI e sem o uso do EPI. O aluno fez uma busca do valor da resistência elétrica do corpo humano (Berstein, 1991). A resistência do corpo humano pode variar de 500Ω a 1000Ω com a pele úmida, e com a pele seca e intacta pode variar de $10K\Omega$ a $600K\Omega$.

A terceira aplicação é a Proteção Radiológica (Tauhata, 2014) onde foi feita uma revisão bibliográfica abordando os conceitos mais fundamentais da radioproteção como os fundamentos básicos da Física Atômica e Nuclear, blindagem, distância e tempo de exposição; conceitos fundamentais de segurança contra radiação ionizante e não ionizante. A finalidade desta revisão bibliográfica é produzir um material sucinto a cerca desses temas a fim de serem utilizados como material de apoio para uma disciplina eletiva na engenharia sobre proteção radiológica.

RESULTADOS

No estudo de forças, o gráfico na figura 1 mostra que o material tem um comportamento elástico; isto é, é descrito pela lei de Hooke, até a aplicação da força com valor maior do que 400N. Isso significa que até esse valor o material se deforma, porém retorna à sua forma original. Assim, esses dados mostram que esse material é resistente o suficiente para ser usado na fabricação do capacete para estas especificações. Este resultado é usado na aula de física I para ilustrar uma das aplicações da lei de Hooke (Nussenzweig, 1981) conectando o tema da aula com aplicação prática. Ainda citando o gráfico na Figura 1, valores maiores do que 400N mostram que o corpo de prova se deforma definitivamente e após sofrer uma deformação maior se rompe. Discutir esses resultados é útil para também conectar ao conhecimento que será aplicado em disciplina do módulo específico da graduação.

Amostra	Largura	Energia Absorvida (%)	Re (J/m ²)	Energia (J)
1	12,33	39,69	55,55	2,178
2	12,26	34,51	47,81	1,893
3	12,33	37,55	52,55	2,061
4	12,19	31,64	44,5	1,736
5	12,27	71,8	100,65	3,940
6	12,19	20,51	28,84	1,125
7	12,22	49,11	68,06	2,695
8	12,10	17,42	24,53	0,956
9	12,30	48,81	68,43	2,677
10	12,21	34,51	48,01	1,893
11	12,18	47,42	66,35	2,602
12	12,26	75,97	106,92	4,169
Média	12,24	42,41	59,35	2,327
α	0,07	17,02	23,91	0,934

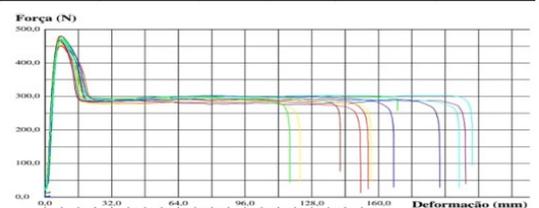


Figura 1: tabela de dados e gráfico da força x deformação.

Na aplicação de Eletricidade pesquisou-se os materiais usados para a composição da luva(EPI) e calculou a corrente e seus efeitos no corpo humano.

Intensidade	Efeitos
>0,5 e < 2,0 mA	Limiar de sensibilidade
>2,0 e < 10,0 mA	Dor, contrações musculares
>10,0 e < 100,0 mA	Parada Respiratória
>100,0 mA	Fibrilação ventricular

Tabela 1: Valores de corrente elétrica e seus efeitos no corpo humano.

Sobre as condições do EPI, existem fatores que podem comprometer a eficiência do EPI tais como umidade e acúmulo de impurezas. Porém, em condições normais(sem umidade e impurezas) foram consideradas a resistividade elétrica da borracha($10^8 \Omega m$), área de contato($10^{-2} m^2$) com o condutor e a espessura da luva(2,29mm) para estimativa do valor da resistência elétrica da luva

$$R = (10^8 \Omega m) \frac{2,29 \times 10^{-3} m}{10^{-2} m^2} = 2,29 \times 10^7 \Omega$$

Este resultado é usado para determinar a corrente elétrica no material aplicando a lei de Ohm a uma tensão elétrica de 13.800V na qual um trabalhador pode estar exposto

$$i = \frac{13800V}{2,29 \times 10^7 \Omega} = 6,02 \times 10^{-4} A$$

Este valor de corrente elétrica está no limiar de sensibilidade conforme a tabela 1. Porém, na ausência de umidade e sem o uso da luva, considerando a resistência do corpo

humano como igual à $100K\Omega$; a corrente seria de 0,138A, o que poderia provocar a fibrilação ventricular e possivelmente o óbito da vítima.

Na aplicação de Proteção Radiológica produziu-se uma revisão bibliográfica. Neste trabalho discute-se fundamentos tais como a estrutura atômica, energias de ligação e a estabilidade nuclear. Os tipos de radiação α , β e γ . Neste trabalho discute-se a lei de decaimento radioativo

$$-\frac{dN}{N} = \lambda dt$$

A interação da radiação com a matéria é discutida como o efeito Compton, produção de pares e o efeito fotoelétrico. Com esses fundamentos, conclui-se o trabalho com as aplicações: estudos de blindagem, tempo de exposição, distância da fonte e detecção de radiação.

DISCUSSÃO

Em geral, o estudante que está nos primeiros períodos na graduação não sabe o quanto estes conceitos físicos serão úteis nas disciplinas específicas. É fundamental fazer essa conexão. Caso contrário, ao se utilizar apenas de ilustrações e exemplos abstratos o estudante terá mais dificuldade em absorver o conhecimento sem fazer essas conexões. Essa forma de abordar a física já vem sendo usada em sala de aula no intuito de aproximar a física ao cotidiano e assim

facilitar sua aprendizagem. Um outro aspecto é chamar a atenção do aluno que futuramente pode se tornar um membro da indústria sobre a importância da segurança do trabalho aplicando os conceitos básicos de forma mais crítica e cuidadosa. Além disso, é uma maneira de formar profissionais mais conscientes de seu papel na sociedade. Foi observado que os alunos se interessam por abordagens desse tipo ao mostrar a proximidade dos conceitos fundamentais aplicados na prática.

CONCLUSÃO

Neste trabalho mostrou-se a importância de apresentar essas aplicações por provocar a curiosidade dos alunos. Sempre que o conteúdo é exposto com tais aplicações é comum surgirem muitas perguntas durante a aula. Na aplicação do estudo das forças mostra-se a importância de relacionar a elasticidade dos materiais aplicados em equipamentos de segurança com a lei de Hooke. Surgem muitas outras questões que envolvem a lei de Hooke. Na aplicação de eletricidade a compreensão das ordens de grandezas e valores das grandezas físicas envolvidas mostram a importância de se estimar esses valores e relacionar com os efeitos produzidos no corpo humano. Então, perguntas sobre situações do cotidiano sobre os riscos em

eletricidade ocorrem com frequência. Em uma outra perspectiva na aplicação da proteção radiológica, o material pode ser útil devido a aplicação da energia nuclear na indústria estar presente em vários tipos de processos. Dessa maneira, o profissional tendo um conhecimento básico sobre esses conceitos pode contribuir a fim de evitar riscos e acidentes no ambiente de trabalho. Esta forma de apresentar alguns conceitos da física continua a ser usada e ainda será aprimorada nos próximos estudos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO MST, ABIB MLVS. 2003. Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 25, no, 2.
- RAIA JR AA. 2000. Uso da Física no ensino de engenharia e segurança de tráfego. XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, vol. 1, p, 1-10.
- BERSTEIN, T. Electrical Shock Hazards and Safety Standards, IEEE Transactions on Education, vol.34, no.3, pp.216-222, Aug. 1991.

COUTINHO FMB, MELLO IL, SANTA MARIA LC. 2003. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. *Polímeros Ciência e Tecnologia* 13:1:001-013

NUSSENZVEIG H M. 1981. *Curso de Física Básica – Mecânica*. Vol. 1. Ed. Blucher.

WALKER J. 2016. *Haliday & Resnick – Fundamentos de Física - Eletromagnetismo*. Vol. 3. 10ª edição. Ed.LTC.

TAUHATA L, SALATI I, DI PRINZIO R, DI PRINZIO A R. 2014. *Radioproteção e Dosimetria – Fundamentos*. 10ª edição. CNEN.