

VISÃO EXPERIMENTAL DA ENGENHARIA ELETRÔNICA PARA O ENSINO MÉDIO: CONQUISTA DE PÚBLICO E RECONQUISTA DE EGRESSO

EXPERIMENTAL VISION OF ELECTRONICS ENGINEERING TO DE HIGH SCHOOL: CONQUEST OF PUBLIC AND RECONQUEST OF EGRESSES

Mário Elias Marinho Vieira

UTFPR/DAELE/Engenharia Eletrônica, mariovieira@alunos.utfpr.edu.br

Caroline Peixoto Santos

UTFPR/DAELE/Engenharia Eletrônica, carol.peixotin@hotmail.com

Carla Cristiane Trauchinski Dal Col

SEED-PR/Matemática/C.E.P.E.M., carlauepg@hotmail.com

Dr.Sergio Luiz Stevan Jr

UTFPR/DAELE/Engenharia Eletrônica, sstevanjr@utfpr.edu.br

Ms.Edson Luiz Salgado Silva

UTFPR/DAELE/Engenharia Eletrônica, edisonsilva@utfpr.edu.br

Ms.Murilo Oliveira Leme

UTFPR/DAELE/Engenharia Eletrônica, muriloleme@utfpr.edu.br

Resumo

Este trabalho relata o desenvolvimento de um projeto que objetivou aplicar as metodologias de Teoria à Experimentação, em disciplinas de Física e Matemática do Ensino Médio relacionadas com o conteúdo programático de eletrônica e eletricidade, como estratégia de internalização dos conteúdos teóricos abordados. O projeto foi desenvolvido em um colégio estadual da periferia de Ponta Grossa/PR, e teve a duração de um ano com encontros semanais de aproximadamente 20 horas. O conhecimento desenvolvido pelos alunos participantes do projeto foi avaliado de forma processual, contínua e cumulativa, onde os principais instrumentos de avaliação foram: seminários no próprio colégio ou em eventos na universidade, relatórios dos experimentos, listas de exercícios conceituais e avaliações teóricas. Como resultados, pode-se verificar que 80% dos alunos envolvidos classificaram as práticas como essencial no aprendizado dos conteúdos e 100% deles apontaram a falta de um laboratório em seu colégio. Buscou-se treinar os alunos para que associassem as teorias abordadas nas disciplinas envolvidas com as práticas laboratoriais, buscando desenvolver raciocínio correlacionado, de modo a serem capazes de aplicar conceitos teóricos aos problemas enfrentados. Assim, desejou-se despertar o interesse destes alunos

aos cursos de exatas, incentivando-os, ao final do ensino médio, a disputarem vagas dos cursos de Engenharia.

Palavras-chave: Matemática, Física, experimentação, Engenharia.

Abstract

This paper reports the development of a project that aimed to apply the methodologies Theory to Experimentation in disciplines of Physics and Mathematic of High School related to the program content of electronics and electricity, as a strategy to internalize the theoretical content. The project was developed in a high school state college on the outskirts of Ponta Grossa/PR, and lasted a year with weekly meetings of about 20 hours. The knowledge developed by students participating in the project was evaluated procedural, continuous and cumulative, where the main assessment tools were seminars on own college or university events, experiments of reports, lists of conceptual exercises and theoretical assessments. As a result, it can be seen that 80% of the practices involved classified as an essential learning content and 100% of them pointed out the lack of a lab in your school. He attempted to train students to associate the theories covered in the disciplines involved with laboratory practice, seeking to develop correlated reasoning, in order to be able to apply theoretical concepts to the problems faced. So if wished arouse the interest of these students to exact area courses, encouraging them at the end of high school, to compete vacancies of engineering courses.

Keywords: teaching, physics, experimental, engineering.

Introdução

Atualmente, o desempenho dos alunos de Ensino Médio (E.M.) em escolas públicas no Brasil, principalmente nas disciplinas exatas (Matemática, Física e Química) em sua grande maioria tem se mostrado notoriamente inferior aos alunos de mesmo grau de outros países, como está apontado no fórum mundial de 2013 (WORLD ECONOMIC FORUM, 2013). Um dos fatores que enfatizam este problema é a falta de estrutura escolar para que as disciplinas como Física, Química e Biologia sejam estudadas e tratadas de modo didático tanto teórico quanto experimental, proporcionando mais interesse pelo conteúdo e consequentemente melhor assimilação dos conteúdos e maior clareza de suas aplicações.

Como consequência direta, segundo o Comitê Brasileiro da CIER (BRACIER)¹, o Brasil possui um grande déficit de engenheiros e precisará, de acordo com a Revista Kappa Magazine (2013), de trezentos mil novos profissionais até o ano de 2015. Essa falta de profissionais se dá devido a grande evasão escolar nos primeiros períodos dos cursos de

¹ O Comitê Brasileiro da CIER (Comissão de Integração Energética Regional) - BRACIER é uma entidade não governamental, sem fins lucrativos, que congrega atualmente 41 empresas/entidades do Setor Elétrico Brasileiro, incluindo a Eletrobrás, o Eletrobrás Cepel, o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE e o Ministério de Minas e Energia – MME.

Engenharia, gerada, principalmente, pela baixa qualidade de formação no Ensino Médio, em especial na rede pública (NASCIMENTO *et al*, 2010; QUINTAS, 2013).

Se de um lado, têm-se problemas com a qualidade formação básica do aluno pré-universitário para popular os cursos de engenharia; por outro, têm-se, ainda em função da qualidade de ensino de base, dificuldade em fazer com que estes alunos que ingressam aos cursos superiores, concluam os cursos, pois em muitos casos, a dificuldade encontrada desmotiva-os, podendo resultar em desistências.

Baseado em dados do Censo do Ensino Superior, (INEP, 2011), o gráfico da figura 1, apresenta a taxa de evasão nos cursos de engenharia durante o período de 2001 a 2009 separados por regiões do país. As taxas de evasão com percentuais mais elevados coincidem com as regiões onde há mais vagas em instituições privadas, que são as regiões Sul (22%) e Sudeste (21%). Se por um lado, o principal motivo de evasão das instituições públicas deve-se à dificuldade de acompanhamento das cobranças dos cursos bem como necessidade de dedicação integral na maioria das vezes, alguns outros fatores têm contribuído para a maior evasão na rede privada, como o valor das mensalidades, a formação básica deficiente, a baixa qualidade de alguns cursos e a falta de motivação e atenção dos professores em relação aos alunos, entre outros. (LOBO, 2011).

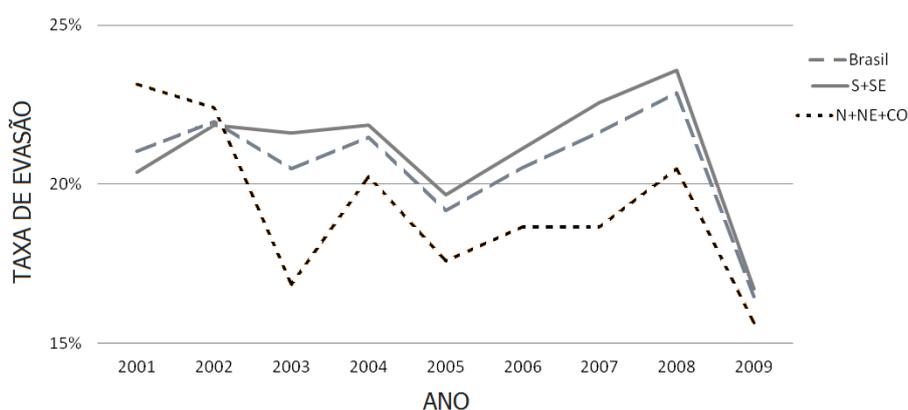


Figura 1 - Taxa Anual de Evasão nos Cursos de Engenharia – Brasil e Regiões Agregadas, 2001-2009, (INEP, 2011).

Visando reduzir este índice de evasão, diversas universidades brasileiras possuem projetos e atividades visando despertar o interesse dos jovens para os cursos de engenharia, principalmente em cidades que possuem esses cursos, como é o caso da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com o “Projeto Educativo de Tecnologia e Mobilidade” (BROCKVELD JUNIOR, 2011), e a Universidade de Brasília com o “Projeto CONECTE” (BARROS, 2010). Além disso, em 2012 o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a empresa Vale S.A. abriram um edital no âmbito do programa Forma-Engenharia (edital CNPq/Vale S.A. N° 05/2012) com a oferta de 2,5 mil bolsas para pesquisadores, estudantes de graduação, ensino médio e técnico, visando estimular a formação de engenheiros². Este trabalho se apoiou neste último edital

² CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Chamada CNPq/VALE S.A N° 05/2012 - FORMA-ENGENHARIA. Disponível em: <<http://resultado.cnpq.br/6205396242600906>> Acessado em 08/05/2015.

para custear materiais de consumo e bolsas de estudo. Como requisito do edital, o projeto deveria atender alunos do primeiro e do segundo ano do Ensino Médio, os quais ainda não tinham tido contato com a maioria dos conteúdos previstos no projeto (eletricidade), pertencentes ao currículo do terceiro ano do Ensino Médio. Isto resultou em um enorme desafio, que foi adiantar o conteúdo programático de física do Ensino Médio e ensinar esses novos conteúdos de modo prático e experimental, de forma clara, objetiva e didática, buscando captá-los como possíveis optantes por cursos de engenharia.

Neste contexto, elaborou-se um projeto o qual tinha o objetivo de desenvolver ações que pudessem ampliar o número de alunos interessados e capacitados a ingressar em cursos de engenharia, em especial, no curso de Engenharia Eletrônica. Desejando-se alcançar este objetivo, foram elaboradas diversas atividades práticas e experimentais baseadas em conteúdos de Física e Matemática do E.M., contemplando ainda os conteúdos básicos de eletrônica (BARBOSA,1999). Estes conteúdos foram apresentados aos alunos do ensino médio de uma escola pública, de modo a que estes alunos pudessem experimentar uma abordagem prática de conteúdos que só teriam acesso teoricamente.

O colégio público escolhido no projeto foi o Colégio Estadual Professor Eugênio Malanski – C.E.P.E.M., em Ponta Grossa/PR, o qual situa-se na região mais carente da cidade, e hipoteticamente teria alunos com maior dificuldade de um futuro acesso ao Ensino Superior. As atividades práticas/experimentais foram desenvolvidas na UTFPR – Ponta Grossa, universidade que propôs o projeto, enquanto as aulas teóricas foram no colégio. Deste colégio foram selecionados todos os alunos do projeto, totalizando cinco alunos (sendo quatro bolsistas e um quinto como colaborador/ouvinte) e uma professora de Matemática do Ensino Médio. A seleção considerou o desempenho pessoal dos alunos, a avaliação de seus históricos escolares, além de disponibilidade no período matutino e vespertino, visto que a escola possui ensino médio no período noturno e grande parte dos alunos não estariam disponíveis (mesmo que interessados) para participar devido a compromissos, como trabalho e cursos, durante o dia.

O projeto teve duração prevista de 12 meses, tendo sido iniciado na última semana do mês de fevereiro de 2013 e com término em fevereiro de 2014. Conta-se com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Vale, que estão financiando o projeto com quatro bolsas para alunos do Ensino Médio, uma para um aluno de engenharia (tutor) e outra para a professora do Colégio, e também com recursos para aquisição dos materiais necessários para a realização das aulas teóricas e laboratoriais.

Fundamentação teórica dos procedimentos didáticos-metodológicos

Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação (PARANÁ - DCFEB, 2008), a Física é uma ciência que possibilita a compreensão de diversos fenômenos naturais, bem como o entendimento e a explicação de alguns acontecimentos relacionados à tecnologia, por exemplo. Para melhor explorar esta ciência no processo de ensino aprendizagem as DCE apresentam o ensino da Física norteado por alguns encaminhamentos metodológicos, dentre eles, destacam-se no desenvolvimento de projetos, a Resolução de Problemas e a Experimentação.

Esses encaminhamentos são característicos do ensino calcado em ideias construtivistas, ou seja, o educando atribui sentido ao que é abordado em sala de aula, o que é comprovado quando o mesmo identifica ou constrói relações entre o conhecimento já desenvolvido anteriormente e o que está sendo construído no ambiente escolar.

A Resolução de Problemas é uma metodologia que auxilia no desenvolvimento do conhecimento no estudante, tendo como base o seu grau cognitivo e a realidade em que o mesmo está inserido (PARANÁ - DCMEB, 2008). A metodologia em questão proporciona ao educando aplicar conhecimentos já desenvolvidos em novas circunstâncias, minimizando a mera aplicação de fórmulas para determinar valores numéricos ou respostas abstratas e apontando os conteúdos matemáticos como algo possível de ser aprendido, permitindo o entrosamento com as teorias físicas e uma aprendizagem mais significativa.

Esta metodologia coloca o discente como um sujeito ativo do processo de aprendizagem, pois é uma metodologia que o estimula a formar suposições que possam ser aplicadas a outras situações ou mesmo a outras áreas do conhecimento. O aluno é instigado, pelo mediador (professor / tutor) a desenvolver diferentes hipóteses, à frente das requeridas pela situação analisada.

Ao entrar em contato com uma situação problema, o aluno necessita organizar e nomear todas as grandezas envolvidas, indicando-as por variáveis. Ele precisa formar e organizar estratégias e hipóteses que possibilitem caminhos para a resolução, registrar a solução encontrada e os recursos utilizados (recursos de oralidade, desenhos, fórmulas ou expressões matemáticas) para depois realizar os cálculos necessários para chegar ao resultado procurado.

Segundo Polya (1995), o aluno precisa ser modestamente assessorado pelo professor.

Ao tentarmos resolver problemas, temos de observar e imitar o que fazem outras pessoas quando resolvem os seus e, por fim, aprendemos a resolver problemas, resolvendo-os. [...] O professor que deseja desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas deve incutir em suas mentes algum interesse por problemas e proporcionar-lhes muitas oportunidades de imitar e praticar. [...] O professor deve dramatizar um pouco as suas ideias e fazer a si próprio as mesmas indagações que utiliza para ajudar os alunos (POLYA, 1995, p.3).

Torna-se, portanto, bastante relevante incentivar o aluno a retornar à situação problema explorada e a comprovar se o resultado obtido está condizente com o proposto e, em caso de negação, explorar o erro para se chegar ao acerto.

A Resolução de Problemas deve ser adaptada ao nível cognitivo e cultural do aluno, envolvendo situações que desafiem o aluno, produzindo nele um desequilíbrio cognitivo, priorizando a ideia de que existem diversas maneiras de se buscar soluções. Cada uma necessitará ser explorada pelo mediador (professor/tutor), mesmo que lhe pareça conhecimento óbvio ou errado, pois caracterizar o erro como uma abordagem também faz parte da aprendizagem.

Esta metodologia vem ao encontro do modelo de pensamento geométrico, considerado por Van Hiele, segundo Mabuch (2010) que os alunos progridem de acordo com uma sequência de níveis de compreensão de conceitos e, nessa sequência, são verificados cinco níveis. O nível básico (reconhecimento) é a identificação, comparação e nomenclaturas de figuras geométricas de acordo com sua aparência; o nível 1 (análise) é a análise de seus componentes, suas propriedades e o uso das propriedades na resolução

de problemas; o nível 2 (síntese) é a percepção da necessidade de uma definição precisa, de que uma propriedade pode depender da outra, usando argumentação lógica e ordenação de classes de figuras; nível 3 (dedução) é o domínio do processo dedutivo e de demonstrações além do reconhecimento das condições necessárias e suficientes e, por fim, o nível 4 (rigor), onde ocorre estabelecimento de teoremas em diversos sistemas e comparação dos mesmos.

A segunda metodologia utilizada foi a Experimentação (PARANÁ - DCFEB, 2008). Esta atividade promove um melhor entendimento acerca da teoria explorada ou mesmo a ligação entre o que está sendo abordado e o conhecimento já construído anteriormente. Ela também tem como objetivo induzir os alunos a não somente compreender o assunto enfatizado, mas também a identificar as possibilidades e as limitações da teoria, assim como os erros nas práticas fazem parte da aprendizagem, desde que explorados.

O experimento abordado deve ser planejado pelo mediador, considerando que o conhecimento científico se desenvolve a partir do momento que as suposições dos alunos são evidenciadas por experimentos, o qual tem por objetivo não somente comprovar teorias e leis, pois nesse intuito, o mesmo pode, simplesmente, adaptar o resultado experimental procurado ao previsto pela teoria. Também é necessário considerar os erros e acertos, avanços e retrocessos, possibilidades e impossibilidades, apontando o aluno como sujeito ativo na construção do próprio conhecimento.

Assim como na Resolução de Problemas, a metodologia da Experimentação posiciona o professor como agente questionador, instigando a questionamentos que possivelmente serão sanados a partir de conhecimentos já desenvolvidos e dos que estão ainda sendo construídos, ligando a teoria à prática.

O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas hipóteses sobre fenômenos, para que planejem suas ações, e as executem, de modo a produzir resultados dignos de confiança. Para que isso seja efetivo, devem-se programar atividades de explicitação dessas hipóteses antes da realização das atividades (BORGES. In: STUDART; ZYLBERSZTAJN, 2006 *apud* PARANÁ - DCMEB, 2008, p. 73).

Considerando esse cenário, este projeto foi estruturado de modo a abordar estas duas metodologias, interligando a revisão dos conteúdos com a teoria, tanto da Matemática quanto da Física, buscando minimizar lacunas anteriores da formação dos alunos; além de preocupar-se com a formação geral dos mesmos, abordando o desenvolvimento pessoal, socialização, técnicas de expressão e escrita, preparando-os e motivando-os a um futuro acesso universitário. Paralelamente, eles promoveram a disseminação destes conhecimentos aos seus colegas de ensino médio através de palestras, cursos e apresentações, buscando motivar o grupo como um todo.

Baseando-se na metodologia da Resolução de Problemas, foram atribuídas duas listas comparativas para a quantificação da avaliação de absorção do conteúdo ministrado teoricamente. As avaliações foram realizadas de forma processual, contínua e cumulativa, ou seja, por vários instrumentos e em variados momentos (PEDUZZI; MOREIRA, 1981; ANDRES, 1991).

Estas listas foram divididas da seguinte forma: uma lista de exercícios de fixação do conteúdo antes das práticas e uma lista com caráter de uma avaliação formal após as práticas, juntamente com a realização de relatórios das práticas em laboratório, apresentações orais e seminários. Nos relatórios foram identificados o cumprimento dos objetivos da prática em função da importância dos conteúdos abordados e dos conceitos

construídos. Já as palestras/apresentações orais tiveram por finalidade apontar o real conhecimento dos alunos a respeito do conteúdo, a seleção e uso de argumentos, a adequação da linguagem, a sequência lógica, a clareza na apresentação, a produção e o uso de recursos didáticos.

Por fim, os seminários tiveram o propósito de identificar a consistência dos argumentos, compreensão dos conteúdos abordados, adequação da linguagem, pertinência das fontes de pesquisa e relatos dos alunos participantes dos seminários.

A avaliação da parte teórica baseou-se em listas com média de 6 questões: duas eram de nível básico, ou seja, apenas aplicação de conceitos iniciais; três eram de nível médio, ou seja, além dos conhecimentos teóricos exigem interpretação e associação com a prática; e uma que desafiaria o raciocínio dos alunos, sendo elaborada para que o aluno demonstre pleno domínio dos conhecimentos abordados pelo conteúdo. A estrutura da avaliação era semiestruturada, todas com o intuito de fixar o conteúdo aplicado em aula. A avaliação teórica teve o objetivo de diagnosticar a aprendizagem do aluno, verificando se o conteúdo abordado foi realmente compreendido e se existem falhas e quais são estas falhas.

Desenvolvimento do projeto

No primeiro contato dos alunos com o projeto, após a seleção dos mesmos, foi feita a apresentação do cronograma, uma introdução de todas as atividades e metodologias a serem aplicadas nos doze meses. A inserção dos alunos participantes do projeto Visão Experimental da Engenharia Eletrônica, foi intermediado pela professora regente do Ensino Médio do colégio em questão. Evidenciando a primeira interação entre os alunos participantes do projeto e o Ensino Superior (UTFPR-PG).

As aulas teóricas são aquelas realizadas em sala de aula, contendo conteúdos explanados no quadro negro e com a utilização de multimídia para ilustrar situações e conceitos abordados na aula. As aulas práticas são caracterizadas por cumprir um roteiro descritivo entregue aos alunos, contendo o material a ser utilizado e os objetivos a serem cumpridos durante a aula. Estas aulas foram realizadas em laboratórios, sendo cada delas direcionadas à um conteúdo específico e contemplando a aplicação do mesmo.

A figura 2 apresenta parte da estrutura disponibilizada pelo colégio e pela universidade para a realização tanto das aulas teóricas como das práticas. O colégio também disponibilizou uma sala e horários para apresentações de palestras para os outros alunos do E.M. do colégio no período noturno, sendo outra forma de difusão do conhecimento.



Figura 2- Espaços que compõem parte da estrutura fornecida pelo colégio (esquerda) e pela universidade (direita).

Após cada aula de laboratório, pode-se observar uma satisfação dos alunos em relação ao trabalho executado por eles mesmos. Ficou evidente o entusiasmo e a realização pessoal deles após cada módulo didático finalizado, assim, quando regressarem ao colégio com o módulo didático em mãos, podem mostrar o que foi aprendido de forma prática, incentivando aos demais alunos do colégio o quanto a aplicação dos conceitos em laboratório podem ser interessantes.

Os módulos didáticos que serão detalhados abaixo, desenvolveram práticas consideradas conceituais (apenas comprovar a teoria abordada anteriormente) e práticas consideradas específicas de eletrônica, como: soldar componentes, desenvolver trilhas condutoras na placa, as propriedades físicas de cada equipamento utilizado (multímetro, pilhas, fontes de tensão, etc.), além de estudar a segurança ao trabalhar em um laboratório.

No total foram realizados 6 módulos didáticos completos sem contar as práticas feitas em laboratório para o entendimento dos conteúdos abordados pelo projeto. Estes módulos foram baseados na execução de uma aplicação ao conteúdo já visto pelos alunos (durante o projeto) com o entendimento do seu funcionamento e montagem de todos os passos.

Módulo didático 1 – “Montagem do circuito pisca-pisca”

O primeiro módulo (com etapas de procedimentos apresentados na figura 03) foi um pisca-pisca em uma placa de circuito impresso, tendo como fonte de tensão duas pilhas AA e um circuito desenvolvido junto com os alunos.

Os principais objetivos deste módulo foram: comprovação da teoria sobre circuitos elétricos, medições elétricas, utilização do transistor como chave, corrosão do cobre para a confecção das trilhas de condução, soldagem dos componentes e montagem de circuitos em placas de circuito impresso.

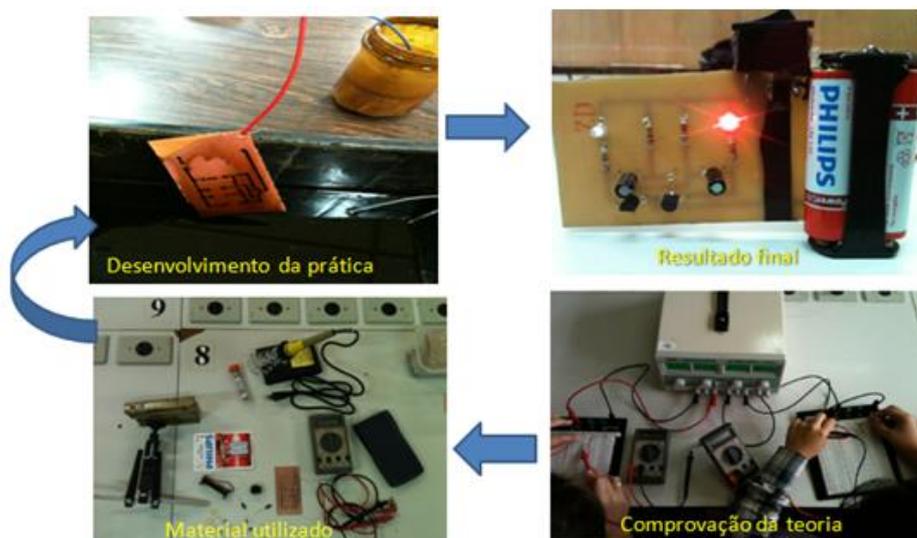


Figura 3- Imagens ilustrando algumas etapas da montagem do módulo didático Pisca-Pisca.

Módulo didático 2 – “Minha letra”

O segundo módulo, teve um apelo visual maior e assumiu um papel mais avaliativo, com os alunos sendo desafiados a montarem uma das letras que compõem o seu próprio nome com associações de LED's e resistores. Nele, os alunos foram desafiados a montar a letra do nome utilizando a teoria "divisores de correntes e de tensão", calculando, assim,

a corrente e a tensão necessária para alimentar o circuito. Outro conceito abordado nesse módulo foi a utilização e o cálculo do valor do resistor como "protetor" dos LED's utilizados.

Cada aluno desenvolveu o seu projeto teórico (dimensionamento da fonte de tensão, cálculo das resistências, cálculo das correntes e escolha do esquema de ligação, sendo série ou paralelo) baseado nos conteúdos abordados em sala e realizou a montagem experimental, utilizando a matriz de contatos. A figura 4 ilustra o resultado final da prática com os cinco projetos.

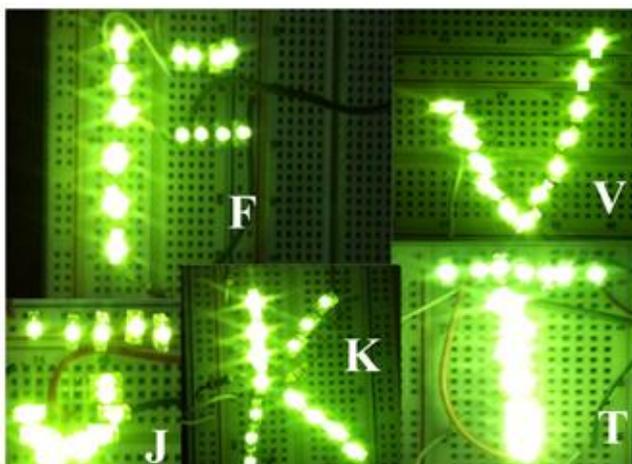


Figura 4- Resultado final do módulo “Minha letra”, com a letra sendo acendida na matriz de contatos.

Módulo didático 3 – “Detector de tensão elétrica”

O terceiro módulo realizado foi o detector de tensão (127V ou 220V), um circuito simples com componentes eletrônicos capaz de detectar se a tensão na tomada testada é em torno de 127V ou em torno de 220V. Todos os conceitos físicos para a coleta destes dados relacionados com a tensão elétrica fornecida pela rede e a segurança em aplicá-los foram desenvolvidos com os tutores em laboratório.

A figura 5 ilustra o resultado de um dos módulos, no qual um dos alunos participantes está testando o detector desenvolvido e montado no laboratório da UTFPR-PG. Como incentivo, cada aluno levou o seu projeto finalizado para casa, de modo a poder mostrar para seus familiares e colegas, na tentativa de despertar o interesse de outras pessoas pela eletrônica.

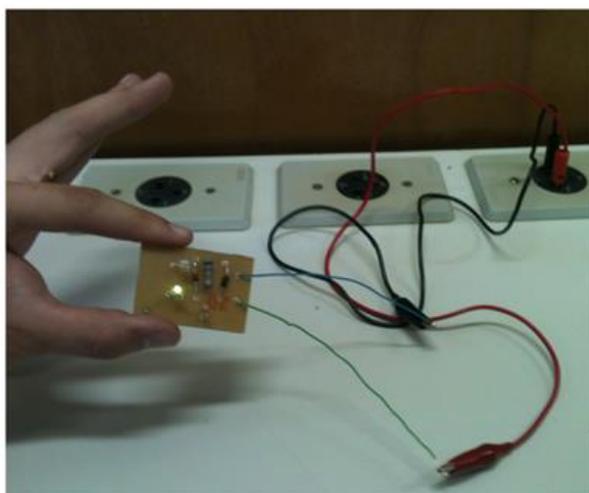


Figura 5- Aluno demonstrando o funcionamento do detector de tensão.

Entre estes módulos didáticos, estão os seis já citados, mais um roteiro experimental contendo 6 exercícios práticos realizados pelos alunos envolvidos no projeto, adaptadas com materiais de fácil acesso para uma posterior aplicação em aulas de Física do 3º ano do E.M., que serão entregues às escolas estaduais da cidade, sendo nas quais o projeto será apresentado pelos próprios alunos, concluindo então, os sete módulos didáticos. Em um momento oportuno, a divulgação e entrega deste último módulo dependerá da parceria e da comunicação entre o Departamento de Eletrônica (DAELE) da UTFPR-PG e cada colégio estadual individualmente.

Além dos módulos didáticos anteriormente citados, o último módulo realizado foi o desenvolvimento e montagem de um motor eletromagnético didático com o objetivo de melhor compreender seu funcionamento e os conceitos de magnetismo e eletromagnetismo, também abordados em aulas práticas, totalizando os 7 módulos previstos.

Em paralelo aos projetos enfatizados foram realizadas atividades de suporte teórico relacionado à disciplina de Matemática, enfatizando, principalmente, conceitos necessários para o melhor entendimento das atividades concretizadas no laboratório, além de ser também de caráter avaliativo, visto que são realizados relatórios de cada prática obtida. Também foram constantemente abordadas práticas de redação, oratória e apresentação, de modo a desenvolver outras habilidades que são tão importantes quanto o conhecimento técnico.

Resultados

Com o projeto de extensão como um todo já desenvolvido, foram obtidos os seguintes resultados neste trabalho até o momento: 28 práticas realizadas em laboratório; 7 módulos didáticos finalizados; 6 redações temáticas abordando situação política do Brasil e o avanço da tecnologia no mundo; 3 resumos de palestras assistidas; assistiram 5 palestras da área de engenharia e pesquisa; 4 debates em relação a vida profissional, sustentabilidade, engenharias e formação profissional; 3 seminários apresentados pelos alunos aos tutores; e relatórios periódicos dos conteúdos apresentados.

Em consequência da participação dos alunos nas atividades previstas, foram verificadas 4 inscrições ao vestibular (ENEM) e também adesão ao PSS (Processo Seletivo Seriado) da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa). Como apenas um aluno estava cursando o 3º ano do E.M., os resultados finais são somente em relação a ele: 2º classificado no vestibular (2014) de Química Tecnológica (Bacharelado) da UEPG e atualmente, este aluno é graduando de Engenharia Eletrônica na UTFPR-PG, ingressando pelo SISU (2/2014).

O cronograma para que o projeto se realizasse da melhor forma, foi baseado em aulas teóricas em um primeiro momento, abordando uma situação problema como introdução e aulas práticas sobre o assunto em um segundo momento.

As aulas teóricas foram baseadas na metodologia de Resolução de Problemas como introdutor ao conteúdo estudado. A cada conteúdo inicializado, surgia uma situação-problema que seria resolvido com os conceitos abordados posteriormente nas aulas. Para exemplificar, pode-se citar: “Como dimensionar o fio de uma extensão para ligar um forno micro-ondas?” (2º lei de Ohm); “Por que não enxergamos as ondas de rádio?” (Ondas Eletromagnéticas); etc. Essas situações envolveram além de conceitos sobre o conteúdo, a utilização de interpretação para entendê-las e analisá-las, conforme as necessidades impostas pelas mesmas.

A quantificação da fixação dos conteúdos abordados é subjetiva e complexa para se afirmar, porém, pôde ser estimada em uma comparação de exercícios realizados antes e após os laboratórios. Durante o desenvolvimento do projeto, foram aplicadas oito listas de exercícios logo após cada conteúdo teórico e outras quatro listas avaliativas referentes aos mesmos temas, mas realizadas somente após as atividades em laboratório. Ao analisar os resultados das avaliações (antes e depois das práticas), foi gerado o gráfico da figura 6, comparando a evolução dos acertos das questões envolvidas nas avaliações, para cada participante. É importante ressaltar que as questões possuíam o mesmo nível de dificuldade antes e depois, porém, tendo um intervalo de tempo para realização das práticas entre elas.

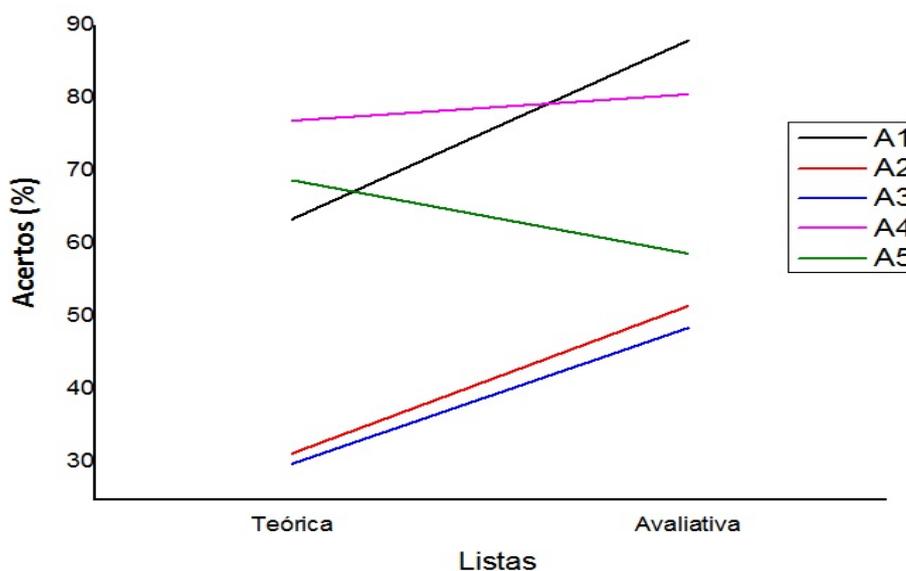


Figura 6 - Evolução dos acertos antes e depois das aulas práticas.

O gráfico da figura 6 baseia-se nas médias obtidas pelos cinco alunos nas listas pré-laboratório (Teóricas) e pós-laboratório (Avaliativas). Conforme a figura 6 a porcentagem dos acertos é apresentada no eixo vertical, enquanto que os alunos listados estão distribuídos (A1 a A5) na legenda no canto direito superior e o tipo de lista no eixo horizontal.

A importância do experimento no aprendizado de cada conteúdo pode ser analisada com a evolução das notas após as práticas realizadas. Analisando a figura 6, percebe-se que 4 alunos melhoraram o seu entendimento sobre o assunto após as aulas práticas realizadas no laboratório, mostrando assim a facilidade de maior aprendizagem quando a abordagem da teoria é complementada pelas atividades práticas, podendo comprovar o que foi explanado em sala de aula.

Os alunos A1, A2 e A3 tiveram uma evolução acima de 18% de uma lista para a outra, já o aluno A4 cujo aproveitamento foi elevado somente com a teoria, aumentou aproximadamente de 5% após as práticas realizadas. O aluno A5 foi o único que não apresentou melhora após as práticas, entretanto, diversos fatores podem ter contribuído para isto, como ausência em aulas por problemas saúde durante o projeto.

Os tutores realizaram uma divisão dos conteúdos em uma sequência programada para que esses dados (figura 6) fossem evidenciados, como: em um primeiro momento foi explanado a teoria com exemplos e exercícios resolvidos em sala com ajuda dos tutores; após essa etapa concluída, a correção detalhada de cada exercício era realizada juntamente com os alunos; com essa outra etapa finalizada, foi aplicada a primeira lista (Teórica); tendo terminado essa etapa, foram ministradas as aulas práticas e desenvolvidos

relatórios das mesmas; finalizando então com as últimas listas (Avaliativas), concluindo o conteúdo programado.

A nota não foi o único parâmetro para a quantificação da importância das práticas no processo de aprendizagem. Após concluir seis meses de projeto (50%), foi realizada uma pesquisa objetiva com os alunos sobre a importância do laboratório na aprendizagem deles. A pesquisa baseou-se em duas questões, a primeira foi sobre a importância do laboratório na compreensão direta do conteúdo, a segunda questão foi a respeito da opinião dos alunos quanto a importância de terem um laboratório em sua própria escola para que pudessem usufruir, e se isso ajudaria em sua aprendizagem.

As respostas obtidas nestas duas questões são apresentadas nos gráficos na figura 7 e figura 8. Na figura 7 observa-se que 4 alunos classificaram o laboratório como essencial no entendimento do conteúdo, enquanto que 1 classificou o laboratório como apenas um complemento à teoria. A figura 8 mostra que todos os alunos participantes do projeto gostariam que a sua escola (C.E.P.E.M.) tivesse um laboratório para que fosse realizadas atividades experimentais em algumas disciplinas do E.M.. Com esses dois tipos de abordagem, fica claro a carência da escola em termos de uma estrutura física de laboratório e da sua necessidade e também que pode-se obter um melhor aproveitamento, apenas demonstrando na prática alguns conceitos selecionados que são vistos em sala de aula.

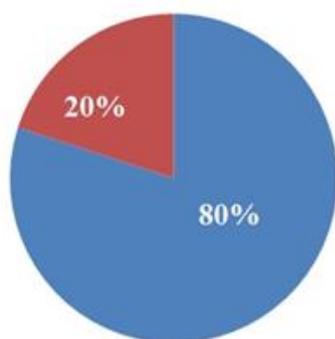


Figura 07 - Importância do laboratório no entendimento do conteúdo.

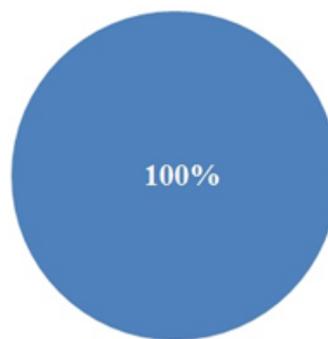


Figura 08 - A vontade de ter um laboratório no colégio.

Paralelamente às atividades do projeto, mudanças de comportamento dos alunos foram notadas pelos professores e por outros alunos do colégio. Estas mudanças, todas positivas, podem ser exemplificadas como: a evolução na comunicação, expressão e interação com as pessoas. Os alunos quando iniciaram sua participação no projeto não apresentavam desenvoltura para discutir uma ideia com outras pessoas, ou se apresentarem em público e até mesmo interagirem com outros alunos em outras atividades práticas. Este *feedback* positivo foi obtido em conversas informais e até em conselho de classe no colégio reportado ao projeto por meio da professora participante do mesmo.

A interação entre a universidade e a escola se mostrou presente em todo o período de execução do projeto, buscando ir além das premissas iniciais do projeto, promovendo uma interação que não era comum a aquela escola. É o caso por exemplo de alguns alunos do curso de Engenharia Eletrônica da UTFPR-PG, terem ido ao colégio palestrar sobre como chegaram ao curso superior e o que os motivaram a fazer essa escolha, considerando que vivenciaram situações semelhantes, ou seja, que eram alunos de escola pública cursando o Ensino Médio. A aceitação dos alunos de 3º ano do E.M., do C.E.P.E.M. (público

alvo) foi positiva e percebeu-se como resultado imediato e um interesse maior dos alunos de ingressarem no Ensino Superior e a inscrição de parte destes alunos em processos seletivos que envolve instituições da cidade.

A outra forma que esta interação ocorreu de forma direta foi a participação dos alunos do projeto, juntamente com os alunos do 3º ano do Ensino Médio do colégio na SEA (Semana de Eletrônica e Automação da UTFPR-PG) em 2013. Os alunos participaram de palestras e do evento de uma forma geral, sendo o SEA realizado na UTFPR-PG entre os dias 24 a 28 de junho de 2013.

A importância desta interação foi evidenciada pela procura destes alunos aos professores do colégio para obterem informações sobre cursos e instituições na cidade para a continuação dos estudos após terminarem o Ensino Médio.

Para os alunos do projeto, informações sobre datas e processos seletivos foram passadas pelos tutores aos alunos do projeto com o objetivo de eles pudessem divulgar essas informações de maneira informal e direta para os outros alunos do colégio. Visto que quatro dos cinco alunos participantes no projeto estavam no 2º ano do Ensino Médio, o intuito deles participarem destes vestibulares se deu no sentido de que pudessem conhecer o tipo de prova que é aplicada nesses exames, analisar o tempo necessário para realização da mesma e conhecer todo o processo seletivo, para que pudessem estar mais preparados para o próximo processo. Em relação ao quinto aluno, destaca-se que o mesmo teve presença em todas as aulas, foi o único a não receber uma bolsa (pelas limitações impostas no edital do projeto), e era, neste instante, o único que estava concorrendo efetivamente a uma vaga no Ensino Superior, por estar no 3º ano do E.M..

Após os resultados obtidos, a permanência dos alunos no projeto e a qualificação dos mesmos comprovam a importância de que sejam articuladas da teoria juntamente às atividades práticas e os experimentos uma vez que o desenvolvimento de projetos no ensino da Física, complementado por aulas de apoio também em Matemática, pode colaborar essencialmente para um melhor e mais completo aprendizado.

Um dos resultados observados durante a execução do projeto é a viabilidade de outras áreas do conhecimento poderem realizar a mesma proposta, porém focando em suas especificidades. Poderiam ocorrer em colégios diferentes, ao mesmo tempo, e contar com as estruturas das universidades (laboratório) e dos colégios (salas de aula) para que sejam desenvolvidas fazendo uso de voluntários, empresas juniores das universidades e os próprios departamentos de cada respectiva área.

Conclusão

Verificou-se com este projeto a necessidade e a importância da visão experimental para o ensino de uma forma geral. A aprendizagem nas áreas das ciências naturais e da Matemática depende de abstração para o entendimento de parte dos conteúdos abordados nos planos de ensino. Esta abstração pode ser minimizada por um ensino experimental, por meio de demonstrações práticas aplicadas ao conteúdo.

O fato de conteúdos da Física associados a conceitos da Matemática apresentados aos alunos de forma alternativa à teoria solitária, mostrou-se eficiente em relação à satisfação e motivação dos alunos participantes do projeto, com 80% dos mesmos a classificando esta abordagem como essencial para seu completo aprendizado. O projeto que contou com cinco alunos obteve resultados expressivos como a melhora da aprendizagem de conceitos e da evolução de raciocínio por meio de experimentos realizados e apresentados neste texto. Há a perspectiva de que estes alunos disseminem esse conhecimento para os outros alunos do colégio em questão, além de constituir um público em potencial para o ingresso nas carreiras da área de exatas e de não terem receio de ingressar na engenharia por já ter um preparo diferenciado no Ensino Médio público.

Apesar de contar com uma amostra pequena de alunos, pôde-se comprovar a importância e a viabilidade da abordagem experimental no Ensino Médio, sendo esse um recurso relevante para melhorar a qualidade do ensino público brasileiro.

Com o grande número de aulas práticas realizadas, foi possível abordá-las em todo conteúdo selecionado para o projeto. O desenvolvimento dos alunos considerando que os desafios apresentados são superados de forma experimental mostrou-se qualificadamente superior em relação aos desafios com abordagem somente teórica. Entre as principais habilidades notoriamente desenvolvidas durante o projeto, destacam-se: trabalho em equipe; análise do resultado obtido em comparação a teoria estudada; adquirir uma conclusão referente ao procedimento realizado e visualização dos conceitos em aplicações diferenciadas em relação as que foram vistas somente em exercícios anteriormente.

A integração entre a escola e a universidade foi bem vista tanto pelos alunos do projeto quanto pelos alunos da universidade, como pelos professores da própria UTFPR-PG. Os quais destacam a troca de informações entre os alunos participantes do projeto e os alunos de graduação em Engenharia Eletrônica, seja ela por meio de apresentações ou conversas informais, que resultaram em uma motivação por parte dos alunos do E.M. evidenciada nas redações escritas posteriormente.

Mesmo que o aluno participante não deseje ingressar na universidade, houve neste projeto uma oportunidade de ampliar sua visão em conceitos de Física, Matemática e Engenharia, desenvolvendo o papel de crescimento intelectual do cidadão. O desenvolvimento do seu raciocínio com as resoluções de exercícios e módulos didáticos é de uso geral, aplicando-se os mesmos conceitos em situações do cotidiano, mas também podendo ser utilizado em futuras opções pelo ensino superior em qualquer área.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Vale S.A. pelo apoio de caráter financeiro ao projeto, contemplado no edital CNPq/Vale S.A. N° 05/2012 - Processo: 454792/2012-3, e também a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa.

Referências

- ANDRES, M. Resolver problemas de física; como ensinar? **Boletín Cenamec 4: Centro Nacional para el Mejoramiento de La Enseñanza de la Ciência**, Caracas, Venezuela, p.89-103, 1991.
- BARBOSA, J. O. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no Ensino Médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 1, p.105-122, 1999.
- BARROS, A. A. C. B *et al.* Projeto Conecte - Palestras nas Escolas de Ensino Médio como Estratégias Para A Divulgação Dos Cursos De Engenharia. **Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza: 2010.
- BROCKVELD JUNIOR, Sergio Luis *et al.* Projeto Tecnologia e Mobilidade: Incentivo na Engenharia Ferroviária e Metroviária. **Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau: 2011.
- INEP. **Censo da Educação Superior**. 2011. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/educacao-superior>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- KAPPA, Magazine. **Brasil precisará de 300 mil engenheiros**. 2013. Ano 3, Edição 67, n.19. Disponível em: <http://www.revistakappa.com.br/edicoes/saocarlos/edicao_67/files/revista_kappa.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2013.
- LOBO, Maria Beatriz de Carvalho Melo. Panorama da Evasão no Ensino Superior Brasileiro: Aspectos Gerais das Causas e Soluções, **Seminários ABMES**. 2011. Disponível em: <http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art_087.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- MABUCH, Setsuko Takara. **Transformações geométricas: a trajetória de um conteúdo ainda não incorporado às práticas escolares nem à formação de professores**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NASCIMENTO, P. A. M. M.; GUSSO, D. A.; MACIENTE, A. N., ARAÚJO, T. C.; da SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, n. 6, 2010.
- PARANÁ, DCFEB - **Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica**, Governo do Estado do Paraná, 2008.
- PARANÁ, DCMEB - **Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica**, Governo do Estado do Paraná, 2008.
- PEDUZZI, L. O. Q.; MOREIRA, M. A.. Solução de problemas em Física: um estudo sobre o efeito de uma estratégia. **Revista Brasileira de Física**, São Paulo, v. 4, n. 11, p.1067-1083, 1981.
- POLYA, George. **A Arte de Resolver Problemas**: um novo aspecto do método matemático. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

QUINTAS, Patrícia. **Procuram-se engenheiros**: CIMM, São Paulo. Disponível em: <www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/10189-procuram-se-engenheiros>. Acesso em: 22 mar. 2013.

WORLD ECONOMIC FORUM, 2013 - **The Human Capital Report**, http://www3.weforum.org/docs/WEF_HumanCapitalReport_2013.pdf, 2013.

Submissão: 10/08/2014

Aceite: 06/04/2015