



rica

Revista Interdisciplinar
de Ciência Aplicada

 **UCS**
UNIVERSIDADE
DE CAXIAS DO SUL

Outubro . 2015 . Ano I . Nº 1

Iginio Santo Damo

Um Homem, Todos os Laboratórios do Mundo

Os desafios da interdisciplinaridade

Reflexões sobre um tema fugaz

Autores e Idealizadores

Editores

Me. Ana Valquíria Prudêncio

Dra. Gladis Franck da Cunha

Dra. Marilda Machado Spíndola

Me. Tiago Cassol Severo

Projeto Gráfico

Cleper Ravello

Andressa Aline Borges

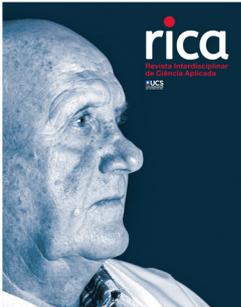
Editoração

Freidson Moreira

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

Universidade de Caxias do Sul

- 01 Um homem,
todos os laboratórios do mundo p. 4
- 02 Estudo e implementação de tomógrafo
por impedância elétrica p. 6
- 03 Gerador elétrico didático de baixo custo p.10
- 04 Utilização do *Bacillus thuringiensis*
no controle biológico de pragas p. 30
- 05 Análise comparativa das forças de
sustentação em uma asa obtidas por
método analítico e numérico (CFD) p. 13
- 06 A importância da capacitação para o uso de
tecnologias da informação na prática pedagógica
de professores de ciências p. 18
- 07 Flutuação populacional e análise faunística de
cigarrinhas (Cicadellidae) em pomar de ameixeira
em Paranapanema, São Paulo, Brasil p. 34
- 08 Caminhos da interdisciplinaridade:
reflexões sobre um tema fugaz, mas
essencial para educação no século XXI p. 22



Professora Me. Ana Valquíria Prudêncio
Professora Dra. Gladis Franck da Cunha
Professora Dra. Marilda Machado Spindola
Professor Me. Tiago Cassol Severo
 Editores da Revista Interdisciplinar
 de Ciência Aplicada

A Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada (RICA) tem como objetivo ser um meio de comunicação científica voltado ao público acadêmico, com vistas à troca de informações e ao desenvolvimento e maturação científica. A RICA deve servir como um incentivo para jornada dos acadêmicos (graduandos, pós-graduandos) e professores que acreditam poder contribuir com a sociedade, por meio de conhecimentos concretos, análises críticas ou reflexões baseados na pesquisa científica.

As seções são estruturadas para contemplar desde os iniciantes na carreira científica até os mais experimentados, mantendo um foco interdisciplinar e abrangendo áreas que vão das ciências e pedagogia até as engenharias e tecnologia.

A seção “Modelo de Professor” será sempre voltada a um artigo que homenageie um profissional educador em destaque no ambiente acadêmico e que compartilhe do que convenciamos chamar de “Jeito Professor Igino de Educar”. Logicamente, o primeiro homenageado é o próprio Prof. Igino Santo Damo, que constitui um marco no Ensino de Física na UCS e em todos os lugares onde atuou. A leitura deste artigo remeterá o leitor para este “jeito” especial de educar e encantar, que desperta a vontade de conhecer e aprender a Física.

Artigos curtos, que contemplem o método científico com clareza, é o foco da seção “Comunicações Curtas”, onde um trabalho realizado em sala de aula ou em um projeto de extensão ou estágio pode ser submetido e apresentado aos leitores da revista. Neste número são apresentados a fabricação de um motor elétrico didático, a implementação de um tomógrafo por impedância e, ainda, a utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas.

Já na seção “Artigos Completos”, os trabalhos apresentam uma revisão mais extensa e a análise de dados mais profunda. Essa seção tem por interesse, receber trabalhos de conclusão de curso ou mestrado, ou ainda, trabalhos de iniciação científica com anos de investigação. Nesta edição, o estudo das forças de sustentação de uma asa, aplicação de tecnologias educacionais em sala de aula e a análise faunística de cigarrinhas Cicadellidae em pomar de ameixeira de São Paulo são os destaques.

A seção “Artigo do Especialista” tem como foco a revisão de um assunto atual nas mais diversas áreas científicas. Nesta primeira edição, a interdisciplinaridade é explorada pela Professora Dra Gladis Franck da Cunha, integrante do conselho editorial da RICA. A mesma faz com que o seu artigo norteie nossas ideias de funcionamento da revista, aberta e pronta a fazer escolhas em diversos campos do conhecimento.

Assim, revista apresentada, seja bem-vindo e faça parte de sua construção.

Um homem, todos os laboratórios do mundo

Alexandre Mesquita
Gladis F. Cunha
Marilda M. Spindola
Tiago C. Severo

Centro de Ciências Exatas da Natureza
e de Tecnologia - UCS

Resumo: Esse é o artigo marco zero de uma publicação científica que se propõe a incentivar a produção e difusão do conhecimento acadêmico. Além disso, também tem a intenção de ser um reconhecimento ao Professor Iginio Santo Damo, que levou a ciência para gerações e gerações de alunos na região da Serra Gaúcha, a partir do seu amor pela docência em geral e pela física em particular. Os benefícios de seu conhecimento e carisma ficaram guardados sobremaneira em mentes e laboratórios que tornaram no uma figura ímpar e histórica para a Universidade de Caxias do Sul e para a Fundação Educacional da Região do Vinhedos (FERVI). O presente artigo está organizado em três seções: uma revisão histórica da carreira profissional do Professor Iginio; uma análise dos seus métodos, produções e conquistas; e, por fim, uma humilde homenagem dos responsáveis por essa publicação, que será apresentada na conclusão.

PalavrasChave: Iginio Santo Damo; exemplo de professor; ensino de Física.

Abstract: This article is the ground zero of a scientific publication that aims to encourage the production and dissemination of academic knowledge. Also, this article intends to be a recognition of a name, Teacher Iginio Santo Damo, who took science to generations of students in the region known Serra Gaucha due to

his love of teaching in general and of physics in particular. The benefits of his knowledge and charisma were saved greatly on the minds and laboratories that have made him a figure unique and historic for the Universidade de Caxias do Sul and the Fundação Educacional da Região dos Vinhedos (FERVI). This article

is organized in: a historical review of the career of Professor Iginio; an analysis of their methods, production and conquest; and finally a humble homage of those responsible for this publication, which will be presented on completion.

Keywords: Iginio Santo Damo; reference educator; physical education

1. Histórico

Graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade de Caxias do Sul no período em 1967 [1], o jovem Iginio já atuava como professor do ensino médio desde 1963. A princípio, trabalhando no Colégio Nossa Senhora Aparecida, da cidade de Bento Gonçalves, e, após, lecionou no Colégio Estadual Mestre Santa Bárbara, na mesma cidade até 1976. Em 1972, celebrou o início de uma grande parceria, quando ingressou no quadro de docentes da FERVI que mais tarde, em 1993, firma-

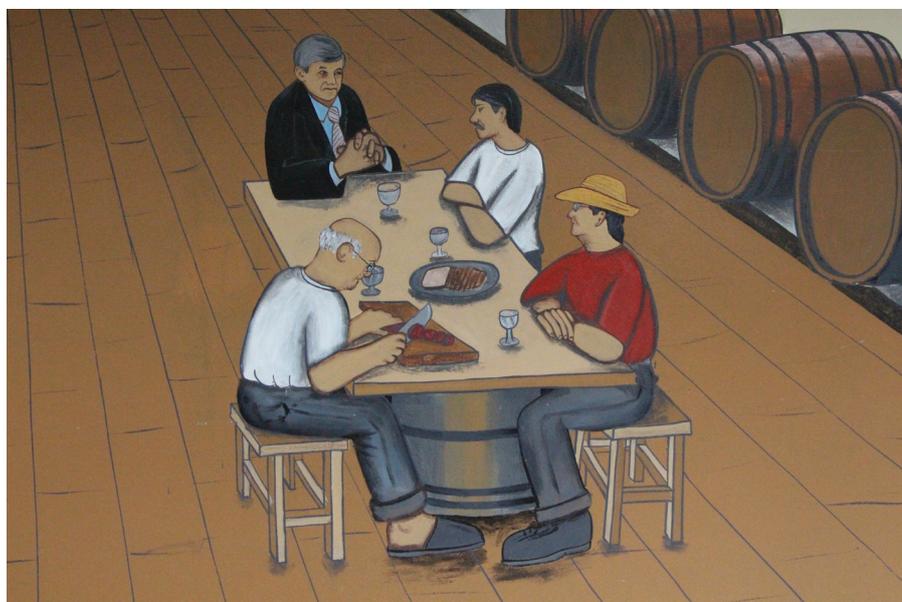


Figura 1 - Detalhe de Mural do Bloco A, da esquerda para direita no sentido horário: Profº Iginio, Profº Köche, Marcon (artista) e Dorval Brandeli

ria parceria com a Universidade de Caxias do Sul, instituindo a UCSCARVI. Ao longo das décadas de trabalho na FERVI e na UCS o Professor Igino foi docente em cursos de Licenciatura em Biologia e em Matemática, ministrando disciplinas como Física Básica, Física Prática, Física Teórica I e II, Física Experimental para o Ensino Fundamental, Laboratório de Física, Supervisão e Orientação de Estágios. Também ajudou a montar os laboratórios dos cursos de ciências exatas e da natureza do CARVI. Administrativamente foi membro do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE), Coordenador do Concurso Vestibular da FERVI e da UCS, Chefe e Subchefe do Departamento de Ciências Exatas e da Natureza no CARVIUCS em várias gestões, Coordenador do Curso de Ciências com Habilitação em Matemática, Membro Suplente do Conselho Diretor da FERVI até sua aposentadoria, entre outras atividades. Nos quarenta anos de dedicação à UCS, o prof. Igino além das atividades supracitadas preferiu palestras em inúmeros ciclos e eventos[1], além de produzir artigos e livros [2][3] [4] [5].

Na própria UCS Igino especializou-se em Metodologia e Técnicas de Pesquisa e em Ensino de Ciências, sob orientação do Professor Gervásio Rodrigo Neves. Em 1985 ganhou a Medalha do Mérito Universitário da Universidade de Caxias do Sul. E em 2008 teve sua figura pintada na parede de um dos corredores do Bloco A do UCSCARVI, compartilhando uma mesa de “truco” com outras figuras ilustres da instituição, como o Professor José Carlos Köche e Dorval Brandelli (fig 1).

Em 2008 aposentouse, mas até hoje vem prestando inestimável apoio aos eventos organizados pela UCS, principalmente aqueles que objetivam passar a ciência de forma lúdica aos alunos, como o projeto Labci e a gincana tecnológica GINCARVI.

2. Métodos, Produção e pesquisas

Em relação aos seus métodos como professor de Física, cabe destacar a manutenção impecável de um exemplar do

clássico “kit de experiências físicas da Bender” (provavelmente um dos únicos ainda completos no Brasil) para mostrar o comprometimento com sua profissão. Porém, quem entra num laboratório de Física do CARVI não demora a perceber que este feito é apenas um entre tantos. Ali há tampas de latas coladas a seringas demonstrando de forma inquestionável a primeira lei de Newton; garrafas PET abrigando submarinos obedientes; canetas esferográficas descartadas renascendo para demonstrar a poderosa força eletrostática; bolhas de ar confinadas em tubos de vidro com água ensinando o MRU; balanços feitos de fio de cobre enrolados, que não deixam dúvidas da fundamental relação tecnológica entre a corrente elétrica e o magnetismo; garrafas térmicas recicladas convidando para a medição de calores específicos; hastes que, com a ajuda de uma vela, transformam espirais de alumínio em helicópteros termodinâmicos. Estes exemplos constituem uma série de experiências criadas e/ou improvisadas, que encontrariam aplausos em qualquer laboratório de ciências do mundo. Até hoje, a constante utilização desses materiais pelos professores de física, biologia e engenharia, nas disciplinas de diversos cursos da UCS, atestam o significado e amplitude da obra do Professor Igino.

3. Para além da sala de aula

Um dia, em um certo corredor da UCS alguém ficou curioso sobre o motivo de tantas pessoas estarem rindo em volta de um senhor bonachão. Quando percebeu, esse alguém estava dentro da conversa, e se surpreendeu ao notar que o senhor bonachão o estava entretendo com histórias e demonstrações relacionadas à tão “odiada” física. Neste contexto informal, o impensável aconteceu, este alguém passou a ter uma visão positiva sobre uma ciência, reconhecidamente, “indigesta”. Estatisticamente falando, se em quarenta anos essa fosse a história de apenas 1 alguém, ela estaria fadada a ser um evento desprezível do sistema. Se fosse a história de

10 “alguéns” seria uma flutuação difícil de extrair da margem de erro, logo também desprezível. Se fosse a história de 100 “alguéns”, poderia ser considerada como o indício de que algo aconteceu, mas ficaria restrita a qualidade de lenda urbana. Mas se for uma história que durante quarenta anos foi experimentada por um número incontável de “alguéns”, alunos, funcionários, professores, visitantes, tem-se como resultado um fato: a Universidade de Caxias do Sul alçou ao que é hoje, em grande medida por ações como a deste professor, que deu sua inestimável parcela de contribuição. Isto porque ao olhar para o futuro, qualquer um desses “alguéns” quando pela vida necessitar de um exemplo de como é possível sim mudar as coisas para melhor, ele terá a opção de dizer: “Um dia, em um certo corredor da UCS eu fiquei curioso...”

4. Conclusões

Com um olhar no futuro mas um pé na consciência de que todos os nossos avanços são incentivados por aqueles que nos encantam, nos emocionam e permanecem em nossas memórias, nada melhor do que “vestir” a capa da primeira edição, bem como inaugurar uma seção especial desta revista com alguém cuja simplicidade e carisma abrigam uma mente tão criativa que parece conter todos os laboratórios do mundo. Assim, sejam todos bem vindos à seção da RICA: MODELO DE PROFESSOR, que homenageará a todos que compartilham do “JEITO PROFESSOR IGINO DE EDUCAR”.

5. Referências

- [1] <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4732873E5>
- [2] DAMO, Igino Santo; MOSSMANN, Vera Lúcia da Fonseca; MELLO, Kelen Bera de; CATELLI, Francisco; LIBARDI, Helena. *Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando Aquisição Automática de Dados*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, 2002.
- [3] DAMO, Igino Santo. *A Relatividade da Simultaneidade*. Revista Enfoque, Bento Gonçalves, v. 1, p. 2024, 1981.
- [4] DAMO, Igino Santo. *Reabilitação da Energia Solar*. Revista Enfoque, Bento Gonçalves, v. 1, p. 2122, 1979.
- [5] DAMO, Igino Santo. *Física Experimental I Mecânica*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1982.

Estudo e implementação de tomógrafo por impedância elétrica

Leonardo Cechet Moro (lcmoro@ucs.br)

Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Me. Rodrigo Wolff Porto

(wolffporto@gmail.com)
Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Resumo: A tomografia por impedância elétrica (TIE) é uma técnica de reconstrução de imagens através da medição de impedância elétrica. Neste trabalho, procura-se estudar os fundamentos teóricos e práticos da técnica. Elaborar o projeto do canal de medição com fonte de corrente única na frequência de 50 kHz, para excitação de 16 a 32 eletrodos. Desenvolver e avaliar as etapas do sistema, desde a geração do sinal de tensão para controle da fonte de corrente, até o uso de multiplexadores para excitação dos eletrodos. Avaliar e testar o canal, através da coleta de medidas em um phantom com conteúdo de solução aquosa. Obter os dados e utilizar o algoritmo EIDORS em conjunto com o MATLAB para a reconstrução da imagem final. Mostrar as afinidades conceituais entre os sistemas atuais e o sistema desenvolvido.

Palavras-Chaves: Tomografia, Impedância, EIDORS.

Abstract: Electrical impedance tomography (EIT) is a technique for image reconstruction by measuring electrical impedance. In this report, one aims to study the theoretical and practical foundations of the technique. Elaborate design of the measuring channel with a single current source in the frequency of 50 kHz, for the excitation of 16-32 electrodes. Develop and evaluate the steps of the system from voltage signal generation to control the current source until the use of multiplexers for excitation of the electrodes. Evaluate and test the channel, by collecting measurements in a phantom with water. Obtain the data and use the algorithm EIDORS interfaced with MATLAB for the reconstruction

of the final image. Show the conceptual affinities between the current systems and the one developed.

Keywords: Tomography, Impedance, EIDORS.

1. Introdução

A Tomografia por Impedância Elétrica (TIE) é um método de obtenção de imagens baseado em medidas da impedância elétrica, quando realizadas na superfície de um objeto de interesse. Esse método tem sido estudado desde a década de 1970, quando as primeiras aquisições de dados foram efetuadas [3].

A ascensão do estudo do método deu-se devido ao seu baixo custo e simplicidade de hardware, quando comparado a sistemas de tomografia computadorizada, ultrassonografia e ressonância magnética, por exemplo. Além disso, tem-se estendido a TIE para outras áreas além da médica: industrial, na criação de imagens do fluxo de fluidos e testes não-destrutivos; geofísico, na medida de superfície [2].

A partir do primeiro sistema clínico de TIE, o Sheffield Mark 1 [4], desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Sheffield, Inglaterra, o sistema passou a ser estudado e adequado às necessidades clínicas. Em 2013, por exemplo, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) demonstraram o papel da TIE em pacientes portadores de hipertensão arterial pulmonar [5].

Atualmente, há alguns sistemas de TIE sendo utilizados clinicamente. Um exemplo é o Swisstom BB2, produzido na Suíça, para o monitoramento dos pulmões em tempo real. Outro sistema de já disponível no mercado é o PulmoVis-

ta 500, da empresa Dräger, localizada na Alemanha, cuja função também é o monitoramento da distribuição regional do ar dentro do pulmão em tempo real. Para este trabalho, tem-se como objetivo o desenvolvimento e validação de um sistema de TIE de frequência única. Com o uso do software MATLAB e do EIDORS (Electrical Impedance Tomography and Diffuse Optical Tomography Reconstruction Software), algoritmo de código aberto disponível na Internet para reconstrução de imagens de TIE, pretende-se demonstrar a reconstrução da imagem a partir de dados obtidos em um phantom1 especialmente desenvolvido para este fim.

2. Canal de medição de bioimpedância

Um canal de medição de impedância consiste em três elementos básicos: (1) fonte de corrente, (2) amplificador diferencial, (3) voltímetro síncrono (detector de ganho e fase) (Figura 1)

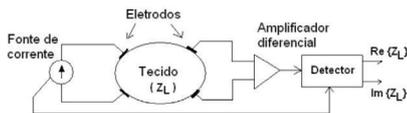


Figura 1: Canal de medição de impedância
Fonte: Adaptado de [7]

A corrente é injetada no corpo de prova (tecido) através de uma fonte de corrente alternada. Essa corrente produz um campo elétrico que pode ser medido através de amplificadores diferenciais. Por fim, a tensão produzida no interior do meio é medida em fase e fora de fase através do voltímetro síncrono, de modo a obter as partes resistiva e reativa do sinal. A fonte de corrente deve possuir impedância de saída alta e fornecer um valor fixo de corrente alternada na saída, independentemente do valor da carga. A topologia utilizada é a Fonte de Corrente Howland Modificada. Através do correto projeto da mesma, é possível atingir altos valores de impedância de saída e estabilidade em ampla faixa de frequências. O valor de impedância de saída, conforme [1] é:

$$R_o = \frac{R_2}{R_2/R_1 - R_4/R_3} \quad (01)$$

Portanto, para se obter alta impedância na saída, é necessário que o denominador da função X seja igual ou próximo a zero. Desse modo:

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1} \quad (02)$$

Onde:

$$R_2 = R_{2A} + R_{2B} \quad (03)$$

De acordo com as funções (01) e (02), conclui-se que os resistores devem ser casados para que a razão seja unitária e a impedância seja alta. Ou seja, é necessário o uso de resistores com valores precisos. A Fonte Howland é uma Fonte de Corrente Controlada por Tensão (FCCT). Para seu funcionamento é necessário o uso de uma fonte de tensão alternada (oscilador) na entrada da fonte.

A Figura 2 demonstra a fonte projetada:

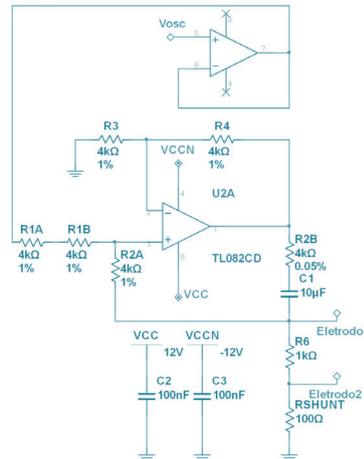


Figura 2: Fonte de Corrente Howland Modificada
Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

A corrente de saída pode ser definida segundo a equação (04):

$$i_o = \frac{R_2/R_1}{R_{2B}} v_i \quad (04)$$

Para o amplificador diferencial, utilizou-se um amplificador de instrumentação AD8421. Esse tipo de circuito é utilizado para aquisição de pequenos sinais

devido à sua alta taxa de rejeição de modo comum (CMRR), ampla faixa de frequência e topologia encapsulada, o que reduz dificuldades com design de placas de circuito impresso. A Figura 3 mostra o amplificador de instrumentação utilizado:

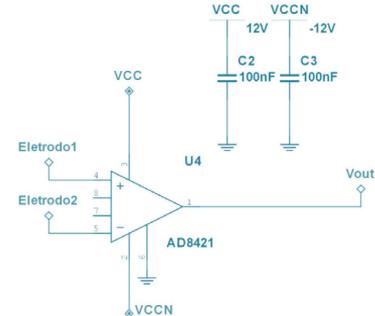


Figura 3: Amplificador de Instrumentação AD8421
Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Por fim, foi utilizado o CI AD8302, que é um detector de ganho e fase. As entradas VA e VB referem-se à tensão de saída do amplificador de instrumentação e à tensão de saída do oscilador, respectivamente. Esse circuito possui também duas saídas em tensão contínua VMAG e VPHS, associadas à magnitude e à fase, respectivamente. As expressões para ambas podem ser vistas nas equações (05) e (06):

$$V_{MAG} = 0,6 \log \left(\frac{V_A}{V_B} \right) + 0,9 \quad (05)$$

$$V_{PHS} = 1,8 - 10 \cdot 10^{-3} (< V_A - < V_B) \quad (06)$$

A Figura 4 demonstra os fasores do módulo, resistência e reatância do sinal:

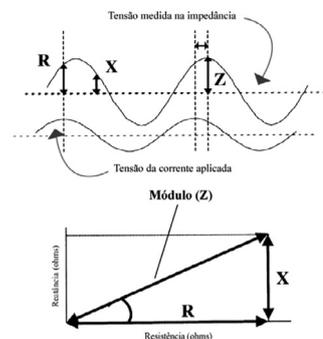


Figura 4: Sinal em fase e fora de fase
Fonte: Adaptado de [4]

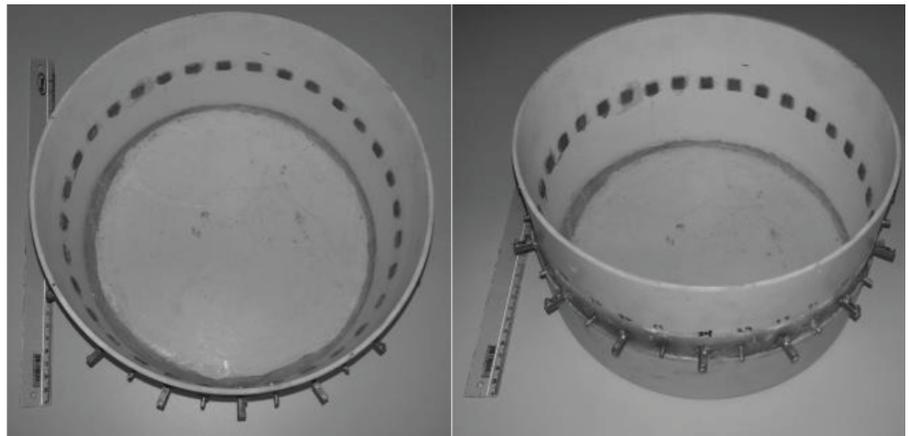


Figura 6: Phantom com 16 eletrodos
Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

3. Sistemas de TIE

É importante notar que na Figura 5 há a presença de um elemento adicional, o multiplexador. Esse componente permite que a fonte de corrente e o amplificador diferencial sejam multiplexados, ou seja, há apenas a necessidade de uma versão de cada para percorrer certa quantidade n de eletrodos. Esse sistema é denominado de fonte única. Sistemas que utilizam n versões de cada circuito são denominados de fontes múltiplas.

4. Metodologia experimental

Para avaliar o funcionamento do sistema e gerar resultados, a fim de efetuar a reconstrução da imagem, segue-se a metodologia utilizada. Como corpo de prova, foi utilizado um phantom cilíndrico de PVC (Figura 6) com 250 mm de diâmetro e 155 mm de altura. Nele estão dispostos 32 eletrodos de cobre, igualmente espaçados. Para fins deste trabalho, apenas 16 eletrodos foram utilizados. Foi aplicada uma corrente al-

ternada (CA) no valor de 1 mA pico, a 50 kHz. Esse valor de corrente é baixo o suficiente para que não caracterize perigo de choque elétrico ao ser humano. Na frequência utilizada, as propriedades do tecido são semelhantes às em corrente contínua (CC) [3].

A tensão resultante foi medida com o uso de um multímetro de 6 ½ casas Agilent 34410A, na configuração de tensão alternada. Desse modo, não foi diferenciada a componente em fase e fora de fase. Como padrão de medição, foi utilizado o método adjacente (ou vizinho). Esse método consiste em aplicar a corrente em dois eletrodos vizinhos e medir a tensão resultante em pares nos eletrodos restantes.

De acordo com a Figura 7, a corrente é injetada nos eletrodos 1 e 2, por exemplo. A tensão é então medida nos eletrodos 3 e 4, 4 e 5 e assim por diante, até os eletrodos 15 e 16. Isto é, a corrente é aplicada 16 vezes e a tensão é lida 13 vezes. No total são efetuadas 208 medições (13 16).

A primeira bateria de medidas foi realizada apenas com água pura não-destilada no interior do phantom. Para a segunda bateria, foi inserido um cano de PVC dentro do mesmo, cuja resistência (e resistividade) é diferente da água, caracterizando um dielétrico no meio (Figura 8).

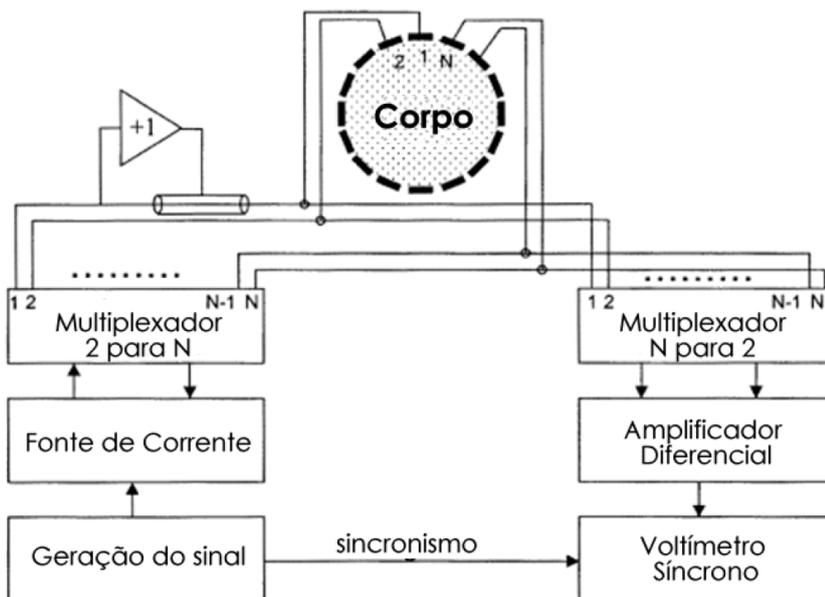
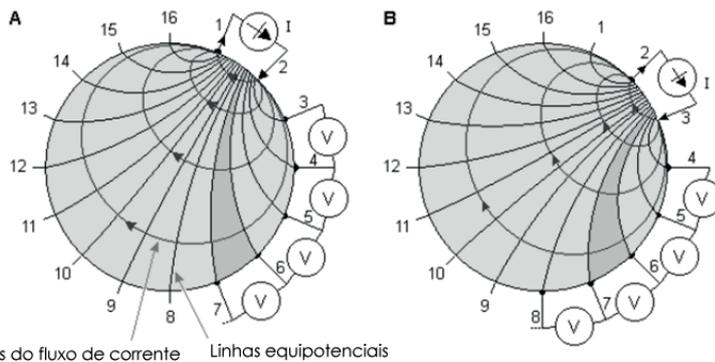


Figura 5: Sistema de TIE
Fonte: Adaptado de [4]



Linhas do fluxo de corrente Linhas equipotenciais

Figura 7: Canal de medição de impedância
Fonte: Adaptado de [6]



Figura 8: Cano de PVC inserido no phantom
Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

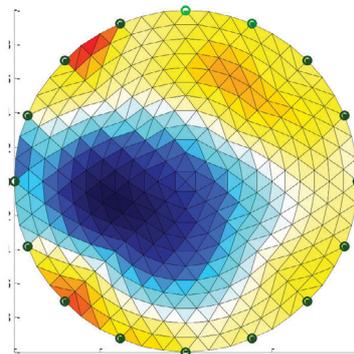


Figura 9: Imagem reconstruída phantom com o cano de PVC.
Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

5. Resultados e Análises

Utilizando o algoritmo EIDORS, o qual funciona integrado com o software MATLAB, foi desenvolvido um código capaz de reconstruir a imagem baseado nos dados coletados. O programa desenvolvido utiliza o Método dos Elementos Finitos para calcular os problemas direto e inverso.

A imagem reconstruída pode ser vista na Figura 9. É possível notar a presença dos 16 eletrodos e dos elementos gerados pelo algoritmo. Os elementos em cor clara indicam a ausência de um objeto de diferente resistividade. Conforme a cor se torna mais escura, pode-se perceber a presença de objetos de diferente resistividade. Embora as medidas tenham sido efetuadas manualmente com o uso de um multímetro de bancada e o sistema estivesse sujeito a diversas fontes de

erro – bem como capacitâncias parasitas, erros de leitura da tensão, presença de elementos de diferente resistividade no interior da água –, a reconstrução da imagem se mostrou satisfatória quando comparada à imagem real. Ao observar as Figuras 8 e 9, é possível notar as semelhanças entre as mesmas. Idealmente, a imagem deveria ser escura, em formato circular, num dos cantos do phantom. Porém, nota-se que, apesar de pontos escuros em lugares aleatórios, a maior concentração está no canto esquerdo, na posição onde o cano de PVC foi inserido.

6. Conclusões

A Tomografia por Impedância Elétrica é um método relativamente novo e há ainda muito que se estudar acerca do assunto. Neste trabalho foram demons-

trados, de forma sucinta, o projeto de um canal de medição de impedância e a reconstrução da imagem através de um computador pessoal. Os resultados demonstrados foram baseados em parte do canal descrito, uma vez que é necessário finalizar a montagem total do mesmo e efetuar diferentes tipos de testes. Para este fim, considera-se satisfatório o resultado da imagem reconstruída, uma vez que é possível detectar a presença de um corpo de diferente resistência. Para melhores resultados, é necessário um devido projeto de hardware, reduzindo a interferência de capacitâncias parasitas e erros sistemáticos. Além disso, pode-se utilizar técnicas de redução de erros por software.

Demonstram-se, portanto, satisfatórios os resultados obtidos neste experimento. Espera-se, para uma próxima etapa, aperfeiçoar o canal de medição e realizar diferentes testes para averiguação do seu funcionamento.

7. Agradecimentos

Agradecemos à Universidade de Caxias do Sul, CARVI, em especial ao Laboratório de Biosinais, por cederem o espaço e aparato tecnológico necessário para o desenvolvimento deste projeto.

8. Referências

- [1] FRANCO, S. *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [2] GRAHAM, B. M. *Enhancements in Electrical Impedance Tomography (EIT) Image*. Ottawa: University of Ottawa, 2007.
- [3] HENDERSON, R. P.; WEBSTER, J. P.; SWANSON, D.K. *A thoracic electrical impedance*. Annual Conference of Engineering in Medicine and Biology, 1978.
- [4] HOLDER, D. S. *Electrical Impedance Tomography: Methods, History and Applications*. [S.l.]: Bristol: Institute of Physics Publishing, 2005.
- [5] HOVNANIAN, A. L. D. *Papel da tomografia de impedância elétrica em pacientes portadores de hipertensão arterial pulmonar*. USP. São Paulo, 2013.
- [6] MALMIVUO, J.; PLONSEY, R. *Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*. New York: Oxford University Press, 1995.
- [7] PORTO, R. W. *Projeto e avaliação de um canal de medição de bioimpedâncias*. UFRGS. Porto Alegre, 2009

Gerador elétrico didático de baixo custo

Bruno F. Frare
Guilherme O. Piva
Mailson Forest

Curso de Engenharia Eletrônica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Cleison A. Turchetti

Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Carlos A. Arisi

Curso de Engenharia Mecânica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Dr. Dario Eberhardt

Me. Tiago C. Severo

(tsevero@ucs.br)

Centro de Ciências Exatas e da
Natureza e Tecnologias

Resumo: Os geradores elétricos de indução são utilizados nas mais diversas áreas, como uma alternativa de geração de energia. Sua principal característica é o baixo custo de manutenção e a facilidade de construção. Essa alternativa de geração de energia tem como embasamento o princípio da indução magnética de Michael Faraday. Neste artigo é descrita a construção de uma plataforma de ensino de baixo custo, com a utilização de materiais elétricos descartados e de fácil aquisição. A fim de verificar a eficiência deste equipamento, foram analisadas as respostas do sistema obtidas através das configurações em série e em paralelo.

Palavras-Chave: gerador elétrico, indução, ensino de Física

Abstract: Electric induction generators are utilized on diverse areas, as an alternative to energy generation. Having as the main characteristics low

maintenance cost and ease to build. That alternative on energy generation has as its foundation Michael Faraday's principle of magnetic induction. Using discarded electric materials of easy acquisition, a low cost teaching platform was built. Several system responses were analysed obtained through series and parallel configuration.

Keywords: electric generator, induction, Physical teaching.

1. Introdução

Os geradores elétricos de indução são utilizados nas mais diversas áreas, como uma alternativa de geração de energia, tendo como principal característica o baixo custo de manutenção e facilidade de construção [1].

Essa alternativa de geração de energia tem como embasamento o princípio da indução magnética de Michael Faraday, o qual postula que a variação de campo magnético em um condutor provoca a circulação de corrente elétrica [2].

Visando contribuir para o ensino deste fenômeno físico, foi proposta a ideia de reproduzi-lo de maneira simples, através de uma bancada. Esse instrumento pode ser utilizado como material de apoio em diversas disciplinas como máquinas elétricas, conversão de energia, eletricidade e magnetismo, laboratórios de eletricidade aplicada, entre outros.

Foram utilizados materiais elétricos descartados e de fácil aquisição, para construir uma plataforma de ensino com o objetivo de comprovar a lei da indução magnética. Para tanto, utilizaram-se diferentes valores de tensão elétrica, adequados à velocidade de rotação e

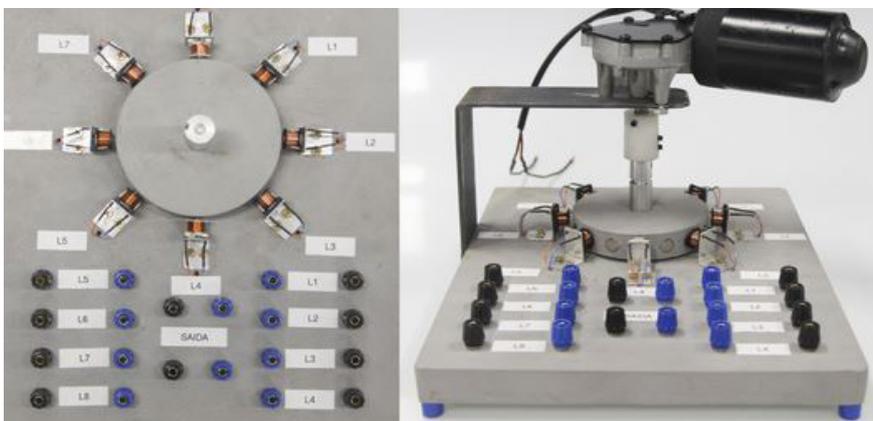


Figura 1- Gerador Elétrico

configuração dos circuitos. Para se obter maior variação do fluxo magnético dos ímãs, os mesmos foram distribuídos de forma homogênea devido ao número de bobinas disponíveis. Com essa bancada foi possível simular circuitos elétricos em série, paralelo e circuitos mistos.

Na montagem do projeto as oito bobinas foram posicionadas a 45° umas das outras, mantendo o mesmo espaçamento entre elas, permitindo que quando o rotor entrasse em movimento a variação do fluxo magnético se mantivesse constante. Os dezesseis ímãs foram posicionados com ângulo de 22,5° entre eles, permitindo que esta distribuição colocasse um ímã sobreposto a uma bobina e outro intercalado entre duas.

2. Desenvolvimento

O gerador é composto por duas peças de madeira, sendo uma fixa e a outra móvel e cilíndrica, ambas podem ser adquiridas em qualquer marcenaria. Para fixar a parte móvel na base foi utilizado um eixo metálico e dois rolamentos, permitindo o movimento de rotação do rotor. Para acoplar o rotor na base usinou-se a mesma, conforme o diâmetro dos rolamentos, minimizando a vibração entre os elementos quando o sistema sofre aceleração. A altura entre a base e o rotor deve ser adequada conforme a dimensão do relé.

Também foram utilizadas oito bobinas, com dimensões semelhantes, retiradas de relés usualmente aplicados em acionamento de dispositivos de baixa potência, como os estabilizadores.

Dezesseis ímãs cilíndricos de neodímio, planos com 10 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, foram utilizados como fonte de campo magnético. Para configurar o circuito elétrico desejado, foram distribuídos na bancada, terminais conectados fisicamente às bobinas. Os ímãs e o núcleo das bobinas devem ficar na mesma linha horizontal. Já as bobinas devem ser distribuídas uniformemente em torno do perímetro do rotor, ficando o mais próximo

possível dos ímãs. Para maximizar a variação de fluxo magnético, os dezesseis ímãs foram igualmente distribuídos ao longo do perímetro da base móvel de madeira. Assim, quando um ímã deixa de incidir campo sobre uma bobina, a mesma logo fica sujeita ao campo magnético do próximo ímã durante o movimento.

A distribuição dos terminais deve ser feita de acordo com a geometria estabelecida pelo projetista. Lembrando que para facilitar a organização perante as conexões deve-se identificar os conectores ligados aos terminais das bobinas, conforme mostrado na figura 1.

3. Resultados e Análises

Para caracterizar de forma confiável os dados, foi utilizado o osciloscópio Tektronix TDS-2002, que permite visualizar a forma de onda senoidal apresentada pelas configurações de todas as 8 bobinas em série e em paralelo (figura 2) e cujas medições estão descritas nas tabelas 1 e 2.

As bobinas foram caracterizadas pela ponte RLC Minipa MX1010 e apresentaram em média 283,5 mH, com uma variância de 7%. Os ímãs de neodímio segundo o fabricante possuem cerca de 121 T, com as dimensões de 10 mm de diâmetro por 3 mm espessura.

A fim de normalizar a ação do rotor no experimento, foi acoplado mecanicamente o motor 100400124 da Imobras, que foi utilizado como fonte de RPM.

Dado que em um sistema linear e invariante, a frequência do sinal de entrada é a mesma observada na saída [3], a conversão das frequências mostradas nas tabelas 1 e 2 se dá por:

$$RPM=60 \times Freq$$

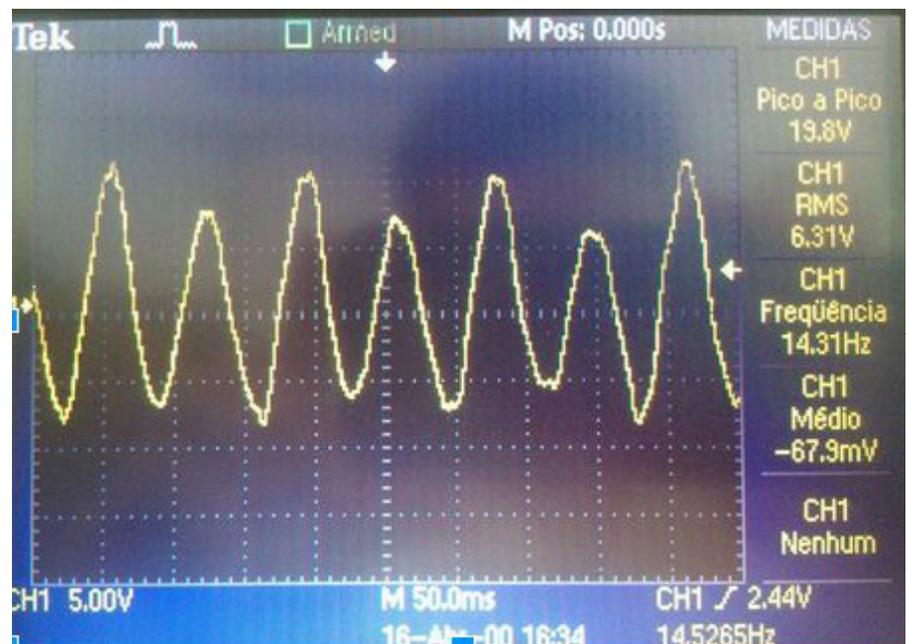


Figura 2 - Forma de onda analisada

4. Conclusões

Os resultados apresentados comprovam que, a variação do fluxo magnético provocado pela ação do rotor induzem corrente elétrica nas bobinas, que pode ser percebida pelos picos de tensão observados no osciloscópio.

Podemos notar que as bobinas dispostas em série apresentam uma tensão de saída 87% maior, em média, do que a configuração das mesmas em paralelo.

5. Referências

- [1] MEDEIROS, D; VIANA, A; REZEK A. Estudo de geradores de indução na geração de energia elétrica em microcentrais hidrelétricas. Rev. ciênc. exatas, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 9-14, 2005.
- [2] SILVEIRA, F; MARQUES, N. Motor Elétrico de Indução: "Uma das dez maiores invenções de todos os tempos." Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. 1: p. 114-129, abr. 2012.
- [3] LATHI, Bhagwandas Pannalal. Sinais e sistemas lineares. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 856 p. ISBN 9788560031139.

TABELA COM BOBINAS EM SÉRIE

Tensão Saída do Motor	Frequência de Saída do Motor
2.76VPP	5.0Hz
4.20VPP	5.0Hz
5.72VPP	6.0Hz
7.84VPP	7.0Hz
8.56VPP	7.8Hz
11.20VPP	9.2Hz
12.00VPP	10.75Hz
14.00VPP	11.90Hz
16.40VPP	13.50Hz
18.18VPP	14.18Hz
19.80VPP	14.31Hz
21.40VPP	14.93Hz

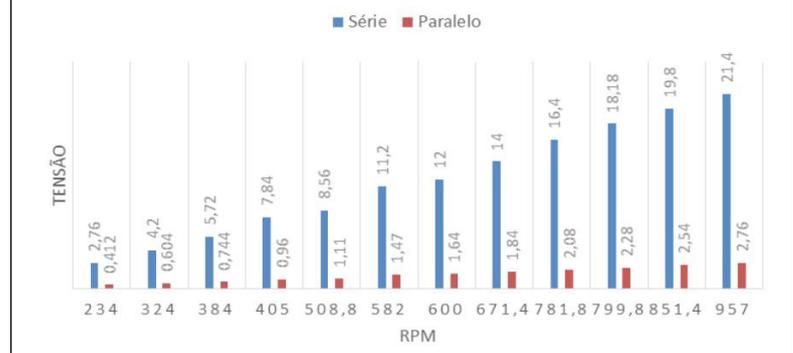
Tabela 1- Tabelas com dados das bobinas em série

TABELA COM BOBINAS EM PARALELO

Tensão Saída do Motor	Frequência de Saída do Motor
412mVPP	3.90Hz
604mVPP	5.40Hz
744mVPP	6.40Hz
960mVPP	6.75Hz
1.11VPP	8.48Hz
1.47VPP	9.70Hz
1.64VPP	10.00Hz
1.84VPP	11.19Hz
2.08VPP	13.03Hz
2.28VPP	13.33Hz
2.54VPP	14.19Hz
2.76VPP	15.95Hz

Tabela 1- Tabelas com dados das bobinas em série

VELOCIDADE X TENSÃO



O gráfico 1 demonstra os resultados observados no experimento.
Gráfico 1 - Velocidade X Tensão

Utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas

Elisângela C. W. Galzer
Wilson S. de Azevedo Filho
Laboratório de Entomologia,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Resumo: Diversos métodos são utilizados com o interesse de proteger os cultivos de fatores bióticos e abióticos na produção agrícola, em especial ao ataque de insetos-praga. Dentre esses métodos, o mais utilizado é o controle químico. Como alternativa, o controle biológico vem se destacando no combate de pragas agrícolas por apresentar menor impacto sobre o ambiente. Pertencente à família Bacillaceae, bactérias formadoras de esporos, *Bacillus thuringiensis* é um bastonete gram-positivo, flagelado, encontrado no solo e outros substratos. Essa bactéria, presente no solo de forma natural, pode provocar a morte de algumas espécies de insetos, principalmente, dos grupos Coleoptera e Lepidoptera. Portanto, essa revisão teve como objetivo relatar a importância da utilização do *B. thuringiensis* como ferramenta para o controle biológico de pragas.

Palavras-chave: Controle biológico, entomopatógenos, insetos-praga.

Abstract: Several methods are used with the interest of protecting crops from biotic and abiotic factors in agricultural production, in particular the attack of insect pests. Among these methods, the most used is the chemical control. As an alternative, biological control has been excelling in combating agricultural pests for having less impact on the environment. Belonging to the family Bacillaceae, spore forming bacterium, *Bacillus thuringiensis* is a gram-positive,

rod-flagellated bacterium, found in soil and other substrates. This bacterium present in soil, naturally, can cause the death of some insect species, mainly Coleoptera and Lepidoptera groups. Therefore, this review aims to report the importance of the use of *B. thuringiensis* as a tool for biological pest control.

Keywords: Biological control, entomopathogenic, insect pests.

1. Introdução

Na agricultura, o controle de insetos-praga é realizado principalmente através de controle químico. Muitas vezes a utilização incorreta deste método traz consigo grandes impactos decorrentes da resistência de insetos e baixa seletividade aos inimigos naturais, condicionando a ocorrência ou ressurgência de pragas secundárias [15] [30]. Novas alternativas, como o controle biológico através do uso de parasitoide, predadores e entomopatógenos estão sendo estudadas para reduzir o uso de agrotóxicos nas lavouras [12]. Entre esses patógenos, o controle microbiano é considerado um método seguro aos humanos e ao meio ambiente, destacando-se a bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 (Eubacteriales: Bacillaceae) [9]. Uma característica típica de *B. thuringiensis* é a produção de cristais proteicos que ocorre, geralmente, durante a esporulação, sendo tóxica a alguns grupos de insetos.

O objetivo dessa revisão foi reunir in-

formações referentes à importância da utilização do *B. thuringiensis* como ferramenta para o controle biológico de pragas.

2. Desenvolvimento

A bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) foi descrita em 1911 na Alemanha, tendo sido isolada a partir da traça-das-farinhas *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) [13]. Contudo, em 1902 no Japão, o pesquisador Ishiwata já havia isolado uma bactéria a partir de *Bombyx mori* L., 1758 (Lepidoptera: Bombycidae), posteriormente identificada como uma subespécie de *B. thuringiensis* [35].

B. thuringiensis pertence à família Bacillaceae, a qual engloba a maioria das espécies de bactérias formadoras de esporos. Estruturalmente, é um bastonete gram-positivo, com célula vegetativa de 1,0 a 1,2 µm de largura por 3,0 a 5,0 µm de comprimento, geralmente, móvel. Esta bactéria é encontrada naturalmente no solo e em outros substratos como superfícies ou tecidos de plantas, produtos armazenados e insetos, crescendo em aerobiose e sendo facultativamente anaeróbia [3] [4] [17] [27]. Todas as espécies pertencentes ao gênero *Bacillus* produzem endósporos (*B. thuringiensis*, *B. cereus*, *B. anthracis*, *B. moycoides* e *B. weihenstephanensis*). Esse conjunto é responsável por mais de 90% dos biopesticidas disponíveis em todo o mundo [25]. As espécies desse grupo são muito semelhantes, mas a principal característica que distingue *B. thuringiensis* dos outros táxons do mesmo gênero é a presença intracelular de um cristal proteico, cuja produção foi descoberta somente em 1953 por Hannay [13] [38]. Esses cristais, que correspondem a 25% do peso seco da célula [1], apresentam atividade entomopatogênica com des-

taque sobre insetos pertencentes às ordens Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera e Coleoptera, além de nematóides, ácaros e protozoários [33].

Os cristais de *B. thuringiensis*, também conhecidos como proteínas Cry, são formados principalmente por proteínas na forma de cristais, as δ-endotoxinas [8]. É importante salientar que as toxinas desta bactéria agem sinergicamente, ou seja, quando isoladas têm seu efeito reduzido [6].

As proteínas Cry são consideradas as principais constituintes dos cristais que caracterizam *B. thuringiensis*, sendo codificadas por genes que, geralmente, se localizam em plasmídios e, com menor frequência, no cromossomo bacteriano. As proteínas Cry são sintetizadas na forma de protoxinas, sendo que sua ação depende de processos de ativação que ocorrem no interior do aparelho digestório do inseto. As protoxinas possuem duas regiões distintas, sendo uma porção amino-terminal normalmente variável e que está associada à toxicidade e uma porção carboxi-terminal mais conservada entre as proteínas, relacionada geralmente à formação do cristal [11].

Após a ingestão dos cristais, ocorre a solubilização desses no intestino do inseto (pH alcalino), liberando as protoxinas que são clivadas por proteases do próprio inseto, resultando em toxinas ativas. Essas toxinas são capazes de se ligar a receptores específicos presentes nas microvilosidades das células intestinais do inseto [34] [8].

Segundo o modelo de ação denominado “formação de esporos”, a ligação da toxina com receptores específicos leva a formação de oligômeros de toxinas, os quais se ligam a receptores secundários da membrana da célula intestinal. Como resultado dessa ligação, ocorre a inserção da toxina oligomérica na membrana da célula epitelial intestinal, resultando

em poros nesse epitélio [14]. A ação das toxinas resulta na paralisia do aparelho digestório, ocasionando a morte por inanição, paralisia geral dos músculos e septicemia [37].

B. thuringiensis também produz um grande número de exoenzimas que desempenham um papel importante na patogenicidade aos insetos. Dentre as exoenzimas estão as quitinases e as proteases. Essas exoenzimas são liberadas pela bactéria e vão provocar ruptura da membrana peritrófica, favorecendo o acesso das δ-endotoxinas ao epitélio intestinal [29] [32]. Além das toxinas, os próprios esporos de *B. thuringiensis* também contribuem para sua toxicidade, podendo germinar no interior do inseto-alvo, ocasionando septicemia [28].

A comercialização do primeiro produto à base de *B. thuringiensis* teve início na França em 1938, com o nome de ‘Sporeine’ [10]. Segundo Schuler e colaboradores [34], os inseticidas biológicos, principalmente os micro-organismos entomopatogênicos, são utilizados há mais de meio século no Brasil, sendo uma alternativa para o controle mais seletivo de insetos-praga. No entanto, Navon [22], destaca que problemas relacionados à perda de estabilidade, ausência de translocação nas plantas, espectro limitado de ação e degradação rápida pela ação da luz ultravioleta impediram que produtos à base de *B. thuringiensis* ocupassem lugar de destaque no mercado de vendas de inseticidas em comparação aos químicos convencionais.

Em um estudo de Capalbo et al. [10], foram mencionados 15 formulados de *B. thuringiensis* registrados no Brasil até o ano de 2003. No país, são comercializados cerca de nove formulados de *B. thuringiensis* registrados [2]. O produto à base de Bt com maior alcance no mercado mundial é Dipel® (Bt Kurstaki HD-1). Esse produto apresenta baixa to-

xicidade a ácaros, coleópteros, dípteros, hemípteros, sendo altamente eficiente para 170 lepidópteros-praga [13] [5]. O produto comercial Agree® é o único híbrido transconjugado das variedades de Bt aizawai e kurstaki aumentando assim seu espectro de ação a mais espécies de lepidópteros [18].

Morandi Filho e colaboradores [21] em seus estudos realizados com Dipel® sobre *Argyrotaenia sphaleropa* (Lepidoptera: Tortricidae) obtiveram um resultado de 91% de mortalidade após 72 h de imersão das folhas de videira. Segundo Lima et al. [16], inseticidas à base “nim” e associados com *B. thuringiensis* mostram-se promissores para o controle de *S. frugiperda* em casa-de-vegetação e campo. Monteiro e Souza [19] observaram eficiência de Bt kurstaki sobre *Bonagota salubricola* (Lepidoptera: Tortricidae) em pomar de macieira. Segundo Pereira e colaboradores [23], independentemente dos produtos (*B. thuringiensis* kurstaki e *B. thuringiensis* aizawai) e das dosagens utilizadas, as lagartas de primeiro e terceiro instares de *S. eridania* se mostraram suscetíveis a *B. thuringiensis* em condições de laboratório, com substratos de dieta artificial e folhas de tomateiro.

No trabalho realizado em laboratório com substrato de dieta artificial por

Santos [31], os produtos comerciais à base de *B. thuringiensis* (Dipel WG® e Agree®) foram eficientes no controle de lagartas de primeiro instar de *G. molesta* (Figuras 01 e 02). Os mesmos Bacillus também demonstraram bons resultados quando aplicados em repolho e couve-flor para o controle de *P. xylostella* [20]. Berlitz e Fiuza [7] testaram *B. thuringiensis* subsp. aizawai proveniente do produto formulado Xentari®, demonstrando que a suspensão celular reduziu em 57% o consumo alimentar das lagartas. Estudos em campo com Dipel PM® e Dipel SC®, mostram-se tão eficientes quanto os inseticidas químicos tebufenozide e clorpirifos no controle de *G. molesta* e *B. salubricola* em macieira e de metoxifenozida em pessegueiro, quando misturado com leite para o controle de *G. molesta* [19] [36].

Em trabalho conduzido por Polanczyk e colaboradores [24] cepas de *B. thuringiensis* aizawai foram eficientes no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de laboratório.

No controle de pragas urbanas, em estudo realizado com *B. thuringiensis* israelenses, foi verificado que a bactéria é uma alternativa eficiente no controle de *Aedes aegypti* [26].

3. Conclusões

A toxicidade da bactéria *B. thuringiensis* é eficiente em seus insetos-alvo. O patógeno é uma ferramenta alternativa para o controle biológico visando o manejo de insetos-praga de forma segura ao ser humano e ao meio ambiente.

4. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Iniciação Científica concedida à primeira autora e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio.

À equipe do laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho e ao laboratório de Entomologia da Universidade de Caxias do Sul/CARVI.

5. Referências

- [1] AGAISSE H.; LERECLUS D. How does *Bacillus thuringiensis* produce so much insecticidal crystal protein? *Journal of Bacteriology*, Washington, v. 177, p. 6027-6032, 1995.
- [2] AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, 2014. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 24 abril de 2014.
- [3] ALVES, S.B. Controle microbiano de insetos. Piracicaba: FEALQ, p. 1163, 1998.
- [4] AZEVEDO, J.L.; MACCHERONI JR., W.; PEREIRA, J.O.; ARAÚJO, W.L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, Salt Lake City, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000.
- [5] BEEGLE, C.C.; YAMAMOTO, T. History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. *Canadian Entomologist*, New York, v. 124, p. 587-616, 1992.
- [6] BELTRÃO, H.B.M.; SILVA-FILHA, M.H.N.L. Interaction of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Cry toxins with binding sites from *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae midgut. *FEMS Microbiology Letters*, Amsterdam, v. 266, n. 2, p. 163-169, 2007.
- [7] BERLITZ, D.L.; FIUZA, L.M. Avaliação toxicológica de *Bacillus thuringiensis* aizawai para *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em laboratório. *Biociências*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 115-119, 2004.
- [8] BRAVO, A.; GILLB, S.S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 423-435, 2007.
- [9] CAMPANINI, E. B.; DAVOLOS C. C.; ALVES E. C.; LEMOS MV. Isolation of *Bacillus thuringiensis* strains that contain Dipteran-specific cry genes from Ilha Bela (São Paulo, Brazil) soil samples. *Brazilian Journal of Biology*, Jaboticabal, v. 72, p. 243-247, 2012.



Figura 01: Lagarta de *Grapholita molesta* morta pelo efeito do produto Dipel® em ponteiro de ameixa. Fonte: Elisângela C. W. Galzer



Figura 02: Lagarta de *Grapholita molesta* morta pelo efeito do produto Agree® em ponteiro de ameixa. Fonte: Elisângela C. W. Galzer

- [10] CAPALBO, D.M.F.; VILAS-BÔAS, G.T.; SUZUKI, M.T. *Bacillus thuringiensis*. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, v. 34, p. 78-85, 2005.
- [11] CHESTHUKINA, G.G.; KOSTINA, I.I.; MIKHAILOVA, A.I.; TYURIN, S.A.; KLEPIKOVA, F.S.; STEPANOV, V.M. The main features of *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin structure. *Archives of Microbiology*, New York, v. 132, p. 159-162, 1982.
- [12] FERRY, N.; EDWARDS, M.G.; GATEHOUSE, J.A.; GATEHOUSE, A.M.R. Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Current Opinios in Biotechnology USA* v. 15, p. 155-161, 2004.
- [13] GLARE, T.R.; O'CALLAGHAN, M. *Bacillus thuringiensis* Biology, Ecology and safety. Chichester: John Wiley & Sons, p. 350, 2000.
- [14] HABIB, M.E.M.; Andrade, C.F.S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S.B. (Coord.). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Manole, p. 130-140, 1986.
- [15] KOGAN, M. Integrated pest management historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.
- [16] LIMA, M.P.L. DE; OLIVEIRA, J.V. DE; MARQUES, E.J. Manejo da lagarta-do-cartucho em milho com formulações de nim e *Bacillus thuringiensis* subsp. aizawai. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1227-1230, 2009.
- [17] LOPES, R.B. (Eds.). *Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios*. Piracicaba, FEALQ, p. 414, 2008.
- [18] LIU, K.; ZHENG, B.; HONG, H.; JIANG, C.; PENG, R.; PENG, J.; YU, Z.; ZHENG, J.; YANG, H. Characterization of cultured insect cells selected by *Bacillus thuringiensis* crystal toxin. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Animal*, Wuhan, v. 40, n. 10, p. 312-317, 2004.
- [19] MONTEIRO, L.B.; SOUZA, A. Controle de tortricídeos em macieira com duas formulações de *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki em Fraiburgo, SC. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 423-428, 2010.
- [20] MORAES, C.P.; FOERTER, L.A. Toxicidade e controle residual de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) com *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1335-1340, 2012.
- [21] MORANDI FILHO W.J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; ZANARDI, O.Z. Efeito de *Bacillus thuringiensis* e inseticidas químicos no controle de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em Videira. *Arquivos Instituto Biologia*, Campinas, v. 74, p. 129-134, 2007.
- [22] NAVON, A. *Bacillus thuringiensis* insecticides in crop protection: reality and prospects. *Crop Protection*, Oxford, v. 19, p. 669-676, 2000.
- [23] PEREIRA, J.M.; SEII, A.H.; OLIVEIRA, M.F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P.M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). *Pesquisa Agropecuária Tropical*. Goiânia, v. 39, n. 2, p. 140-143, 2009.
- [24] POLANCZYK, R.A.; SILVA, R.F.P. da; FIUZA, L.M. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, São Paulo, v. 31, p. 165-167, 2000.
- [25] POLANCZYK, R.A.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: Uma breve revisão. *Agrociência*, Montevideu, v. 7, p. 1-10, 2003.
- [26] POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. O.; ALVES, S. B. Potencial de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Aedes aegypti*. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 813-816, 2003.
- [27] POLANCZYK, R.A.; VALICENTE, F.H.; BARRETO, M.R. Utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de pragas agrícolas na América Latina, p.111-136. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. (Eds.). *Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios*. Piracicaba, FEALQ, p. 414, 2008.
- [28] RAYMOND, B.; LIJEK, R.S.; GRIFFITHS, R.I.; BON-SALL, M.B. Quantifying the reproduction of *Bacillus thuringiensis* HD1 in cadavers and live larvae of *Plutella xylostella*. *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, v. 98, n. 1, p. 307-313, 2008.
- [29] REDDY, S.T.; KUMAR, N.S.; VENKATESWERLU, G. Comparative analysis of intracellular proteases in sporulates *Bacillus thuringiensis* strains. *Biotechnology Letters*, Dordrecht, v. 20, p. 279-281, 1998.
- [30] SÁ, V.G.M. de; FONSECA, B.V.C.; BOREGAS, K.G.B.; WAQUIL, J.M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 38, p. 108-115, 2009.
- [31] SANTOS, R.S.S. dos. Ação de formulações comerciais de *Bacillus* spp. sobre lagartas de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n. 14, p. 16, 2012.
- [32] SAMPSON, M.N.; GOODAY, G.W. Involvement of chitinases of *Bacillus thuringiensis* during pathogenesis in insects. *Microbiology*, New York, v. 144, p. 2189-2194, 1998.
- [33] SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; RIE, J.V.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D.R.; DEAN, D.H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Review*, Washington, v. 62, p. 775-806, 1998.
- [34] SCHULER, T.H.; POPPY, G.M.; KERRY, B.R.; DE-NHOLM, I. Insect-resistant transgenic plants. *Trends in Biotechnology*, Cambridge, v. 16, p. 168-174, 1998.
- [35] SHELTON, A.M.; ZHAO, J.Z.; ROUSH, R.T. Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 47, p. 845-881, 2002.
- [36] SIQUEIRA, P.R.E.; GRÜTZMACHER, A.D. Avaliação de inseticidas para controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro sob produção integrada na região de Campanha do RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 185-191, 2005.
- [37] VALLETE-GELLY, I.; LEMAITRE, B.; BOCCARD, F. Bacterial strategies to overcome insect defenses. *Nature Reviews: Microbiology*, London, v. 6, n. 4, p. 302-313, 2008.
- [38] VILAS-BÔAS, G.T.; PERUCA, A.P.S.; ARANTES, O.M.N. Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* and *Bacillus thuringiensis*. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 53, n. 1, p. 673-687, 2007.

Análise comparativa das forças de sustentação em uma asa obtidas por método analítico e numérico (CFD)

José Filipe Trilha de Carvalho

(jftcarvalho@ucs.br)

Curso de Engenharia Mecânica,
Universidade de Caxias do Sul

Vagner Grison

(vgrison2@ucs.br)

Curso de Engenharia Mecânica,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Sérgio Kucera

(sskucera@ucs.br)

Curso de Engenharia Mecânica,
Universidade de Caxias do Sul

Resumo: As metodologias adotadas pelas equipes participantes da competição de Aerodesign para realizar o dimensionamento da asa de seus aeromodelos, devem garantir excelentes estimativas de valores de carga para cumprir os objetivos do projeto. A introdução dos métodos numéricos auxilia no projeto e no dimensionamento de todo o aeromodelo, principalmente quando bem relacionado com o objetivo principal do projeto. Isto pode ser observado neste estudo que se propõe especificamente a gerar análises comparativas da asa de um aeromodelo. No caso da competição, o objetivo é obter uma asa que apresente a maior sustentação e o menor arrasto possível. Para tal, a metodologia CFD (Computer Fluid Dynamics) é uma excelente ferramenta, pois ela possui a capacidade de realizar diversas análises em projetos distintos. Tem assim, a capacidade de apresentar vários resultados, tais como, o escoamento do fluido ao longo da asa, os vórtices de ponta de asa, a distribuição da pressão ao longo da área da asa, bem como valores de força de sustentação e arrasto, podendo ainda extrair diversos gráficos de cada um deles. O presente trabalho visa analisar de forma numérica uma asa com perfil Epler 423 e área definida, para se obter os valores de forças de sustentação para cada inclinação. Inicialmente é aplicada a metodologia clássica analítica para obter-se os valores para cada inclinação seus respectivos resultados de sustentação. Por fim, os resultados desta metodologia, que normalmente é adotada no projeto de Aerodesign, são utilizados

como referência e comparados aos resultados do perfil com as mesmas condições contorno adotadas no método numérico, com a finalidade de verificar a convergência dos resultados e a eficiência do método numérico.

Palavras-Chaves: asa, CFD, análise, força.

The methodologies adopted by teams participating in the competition Aerodesign to perform the dimensioning of their wing model aircraft, must ensure excellent value estimates payload to meet the project objectives. The introduction of numerical methods assists in the design and sizing of all model aircraft, especially when well connected with the main objective of the project. This can be observed in this study that aims specifically to generate comparative analysis of the wing of a model airplane. In the case of competition, the goal is to get a wing that presents the greatest support and the lowest possible drag. To this end, the methodology CFD (Computer Fluid Dynamics) is an excellent tool because it has the ability to perform various analyzes on different projects. Thus has the ability to display multiple results, such as the flow of fluid along the wing, the wing tip vortices, the pressure distribution along the wing area, as well as values of lift and drag, may also extract many graphs each. The present work analyzes a wing with a 423 Epler profile and defined area, to give the values of lift forces. At end the profile with the same boundary conditions adopted in the numerical method will be assessed based on the classic methodology analytical, usually adopted in the design of Aerodesign, in or-

der to check the convergence of the results.
Keywords: CFD, Force.

1. Introdução

As análises numéricas cada vez mais vem ganhando espaço nas engenharias modernas, pois permitem aos projetistas analisar o funcionamento completo ou parcial de seus projetos, proporcionando menor número de protótipos e maior agilidade para realizar alterações tornando possível obter melhor performance no desenvolvimento de produtos.

Neste trabalho, o CFD é empregado para comparar os resultados obtidos de forma numérica com os resultados de cálculos analíticos, e tem por objetivo validar a utilização do CFD para futuras análises com configurações distintas de asa, onde será possível variar os perfis analisados, bem como a geometria inteira de uma asa.

A metodologia proposta não é muito utilizada atualmente, devido à complexidade da aplicação de métodos numéricos, bem como, sua interpretação. Porém, a quantidade de resultados disponíveis em um software CFD, e as inúmeras possibilidades de variações, sejam elas, dimensionais, ou dos próprios parâmetros da condição de voo, permitem ao projetista tomar decisões com um maior embasamento técnico.

As decisões baseadas na escolha de perfil e dimensional da asa que são necessários para a obtenção da capacidade plena de voo, se dão de forma muito mais objetiva e eficiente se um software CFD for utilizado como ferramenta de análise. Isto porque há a possibilidade de se modificar um número maior de variáveis de projeto e das condições de voo, aplicados de tal forma que resultam em dados que permitem analisar como estas alterações influenciam no projeto como um todo.

2. Desenvolvimento

Inicia-se o presente trabalho com um estudo partindo do número de Reynolds. A equação que envolve a velocidade com a dimensão característica em função da viscosidade cinemática do fluido a determinada temperatura, foi amplamente utilizada para se obter a dimensão característica, que neste caso, corresponde à corda do Perfil Epler 423.

A equação 1 abaixo foi utilizada para obter este valor:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (1)$$

Onde:

Re = Número de Reynolds [adimensional];

V = Velocidade [m/s];

d = Dimensão característica [m];

ν = Viscosidade cinemática [m²/s];

Considerou-se um fluxo turbulento com as seguintes condições:

$Re = 456\ 000$;

$V = 18$ [m/s];

$\nu = 1,5 \times 10^{-5}$ [m²/s];

Com estes dados, obteve-se a dimensão característica (Corda do Perfil Epler 423) de aproximadamente 380 mm.

Abaixo, está apresentada uma ilustração da asa com as dimensões de corda do perfil e envergadura da asa calculada conforme a equação (1).

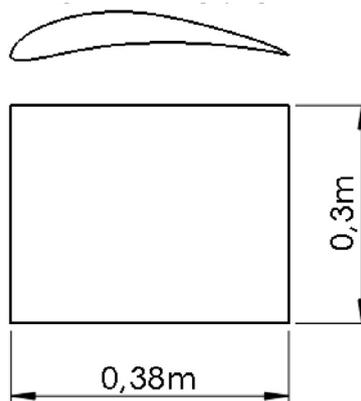


Figura 01: asa com perfil Epler 423.

$$L = C_L \cdot q \cdot S \quad (2)$$

Onde:

L = Força de Sustentação [N];

C_L = Coeficiente de Sustentação da asa finita [adimensional];

q = Pressão dinâmica [N/ m²];

S = Área da asa [m²];

Conforme *Stinton*³, sabe-se que:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \quad (3)$$

Substituindo (3) em (2) obtemos:

$$L = C_L \cdot \frac{\rho}{2} \cdot S \cdot V^2 \quad (4)$$

Onde:

L = Força de Sustentação [N];

C_L = Coeficiente de Sustentação da asa finita [adimensional];

ρ = densidade [kg/ m³];

S = Área da asa [m²];

V = Velocidade [m/s];

Para a obtenção do valor do C_L da asa finita, foi utilizado o software *XFOIL XF5.6*, com os parâmetros abaixo:

Número de Reynolds: 456 000 [adimensional];

Densidade: 1,225 [kg/ m³];

Velocidade: 18 [m/s];

Viscosidade Cinemática: $1,5 \times 10^{-5}$ [m²/s];

Tipo de análise: Inviscída;

Método de análise de asa: Painéis 3D

A tabela 01 apresenta os resultados obtidos de coeficiente de sustentação C_L para cada inclinação na asa finita, considerando os parâmetros de entrada citados acima:

Ângulo [°]	C_L
0	0,309
1	0,329
2	0,350
3	0,370
4	0,390
5	0,410
6	0,429
7	0,447
8	0,466
9	0,483
10	0,501

Tabela 01: inclinação do perfil versus coeficiente de sustentação da asa finita para o perfil Epler 423 obtidos no XF5.6.

Utilizando os valores contidos na tabela O1 juntamente com a equação 2, foram obtidos os seguintes valores para a força de sustentação:

Ângulo[°]	Força de sustentação [N]
0	6,862
1	7,445
2	7,908
3	8,227
4	8,812
5	9,101
6	9,524
7	9,939
8	10,345
9	10,740
10	11,125

Tabela O2: inclinação do perfil versus força de sustentação.

Os valores acima servirão como referência para comparar e validar os resultados obtidos em simulações numéricas realizadas no software CFD Flow Simulation 2014, aplicando parâmetros idênticos, inclusive a inclinação do perfil.

3. Resultados e Análises

O software CFD Flow Simulation versão 2014 Service Pack 2.0, desenvolvido pela Mentor Graphics, presente dentro do software CAD 3D SolidWorks da empresa Dassault Systems, foi utilizado para se obter valores de força de sustentação do perfil Epler 423.

Tais análises, tiveram como variável apenas o ângulo de inclinação do perfil utilizado na modelagem da asa tridimensional. Os demais parâmetros, tais como restrições e dados de entrada que serão apresentados a seguir, mantiveram-se constantes em todas as situações analisadas.

Abaixo, são apresentados os dados de entrada utilizados nos estudos:

Tipo de análise: externa;

Fluído: Ar;

Rugosidade superficial: desconsiderada; Parede: Adiabática (sem troca de calor com o ambiente);

Temperatura: 20 [°C];

Densidade: 1,225 [kg/m³];

Velocidade = 18 [m/s];

Fluxo: Nessas análises, de modo geral o fluxo é Turbulento. Porém, como em algumas regiões do modelo o fluxo pode ser laminar, considerou-se um fluxo laminar e turbulento. Regime Turbulento: o CFD Flow Simulation utiliza o modelo de equações K- ϵ . Utilizou-se a metodologia de análise da convergência dos resultados, realizando-se pequenas modificações na malha de volumes finitos. Tais modificações, consistem em refinamentos locais da malha na geometria da asa, diminuindo o tamanho dos elementos de volume vizinhos à camada limite, bem como os elementos adjacentes às arestas do perfil aerodinâmico.

Neste mesmo sentido, realizou-se pequenas modificações na malha ao longo do volume de controle, refinando-se os elementos de volume mais afastados da geometria da Asa, a fim de garantir que os gradientes de pressão e a influência dos vórtices de ponta de asa fossem considerados na análise.

Essa técnica aumenta consideravelmente o número de células presentes na análise, bem como a necessidade de possuir capacidade mais robusta para o processamento de informações, o que implica diretamente em recursos de memória RAM e capacidade de processamento disponíveis na máquina onde as simulações foram realizadas. Porém, esta ação é necessária e torna-se indispensável para uma boa utilização dos recursos disponíveis, bem como do tempo dispensado para executar cada análise. Não faria sentido algum utilizar uma malha extremamente refinada a fim de se obter maior precisão numérica, se o tempo necessário para rodar a análise fosse algo inviável, assim como, de nada adiantaria utilizar uma malha menos re-

finada e a precisão numérica apresentar uma variação muito grande.

Por estes motivos, justifica-se a importância de inicialmente realizar estes estudos para que viabilize a obtenção de uma malha que apresente resultados confiáveis. A máquina utilizada para rodar estas análises dispõe de 32 GB de memória RAM, e processador Intel CORE I7 2,6GHz.

Em resumo, pode-se descrever em poucos passos as etapas necessárias para a realização da análise CFD e obtenção dos resultados:

1) modelagem da peça (modelo tridimensional da asa) com suas dimensões bem definidas;

2) construção da análise, que consiste na inserção dos dados de entrada e condições de contorno do estudo a ser analisado.

3) geração da malha do modelo tridimensional e do volume de controle.

Nessa etapa, além de conhecer as características da geometria a ser analisada, torna-se necessário criar configurações de malha de modo que estas sejam capazes de representar matematicamente o mais próximo possível a geometria da asa. É importante salientar que a malha é a principal responsável pela precisão dos resultados numéricos, podendo estar diretamente relacionada com desvios observados em relação a resultados teóricos ou práticos.

4) execução da análise. Nesta etapa, após conferir se todos os parâmetros foram inseridos de maneira correta, o solver do software desenvolve os cálculos para cada situação imposta.

5) obtenção e interpretação dos resultados. Nesta etapa são extraídos gráficos de trajetória do fluído a fim de visualizar o escoamento ao longo do perfil, os vórtices de ponta de asa, gráfico da distribuição de pressão ao longo da asa, gráficos da força de sustentação. Estes resultados devem ser extraídos após a região transitória, ou seja, no momento em que a curva de convergência dos resultados não apresenta mais oscilações.

As figuras abaixo, ilustram os gráficos de convergência do resultado numérico de 0° a 5° obtido no software CFD para a força de sustentação, o restante das inclinações tem o mesmo comportamento.

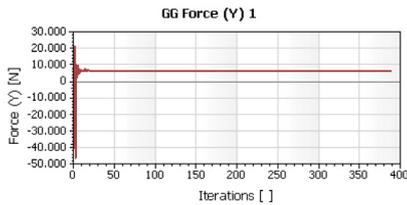


Figura 02: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 0°.

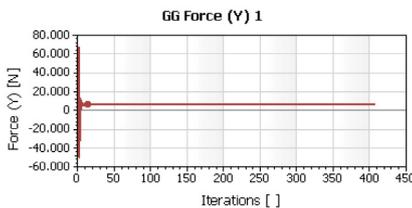


Figura 03: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 1°.



Figura 04: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 2°.

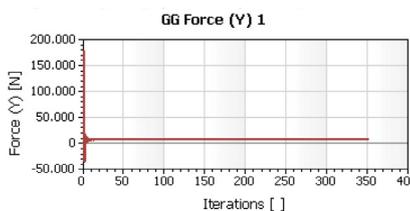


Figura 05: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 3°.

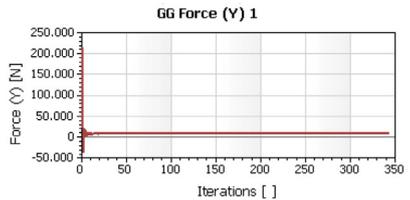


Figura 06: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 4°.

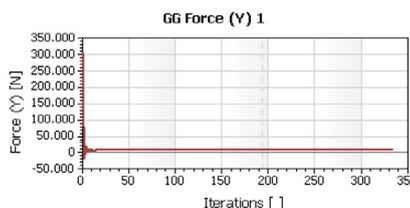


Figura 07: Gráfico da força de sustentação da asa finita a 5°.

A figura abaixo ilustra a malha inicial do modelo utilizado para análises iniciais.

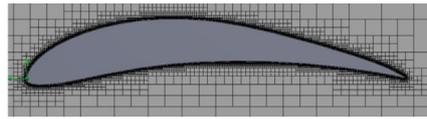


Figura 08: Malha inicial da Asa.

Conforme Maliska, “A solução numérica é convergente quando é estável e tende para a solução das equações diferenciais quando a malha é refinada”.

Após executar diversas análises com pequenas modificações nas configurações da malha, obteve-se uma configuração proposta como ideal, na qual acima dessa qualidade nos parâmetros de refinamento, os resultados numéricos tem variação desprezível (apenas cerca de 0,2%). Além disso, os recursos computacionais para tais níveis de refinamento seriam cada vez mais altos, levando a um tempo de análise consideravelmente elevado. A malha ilustrada abaixo possui aproximadamente 7.400.546 células, sendo 1.168.780 células parciais, 5.214.514 células de fluido e 1.017.252 células de sólido.

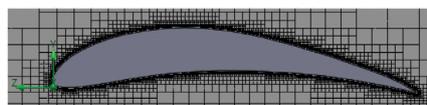


Figura 09: Vista Lateral - Malha final da asa a 0°.



Figura 10: Vista Frontal - Malha final da asa a 0°

Os resultados obtidos no software de volumes finitos (CFD) são apresentados na Tabela 03 onde realiza-se uma comparação com os valores teóricos calculados anteriormente.

Ângulo [°]	Força de Sustentação teórica [N]	Força de Sustentação CFD [N]	Variação [%]
0	6,862	6,178	9,96
1	7,445	6,688	10,16
2	7,908	7,510	5,03
3	8,227	8,118	1,32
4	8,812	8,756	0,63
5	9,101	9,355	-2,79
6	9,524	9,851	-3,43
7	9,939	10,169	-2,31
8	10,345	11,002	-6,35
9	10,740	11,667	-8,63
10	11,125	12,349	-11

Tabela 03: força de sustentação teórica versus força de sustentação obtidos de forma numérica no CFD.

A figura 12 ilustra graficamente o comportamento das curvas da força de sustentação em função da inclinação do perfil.

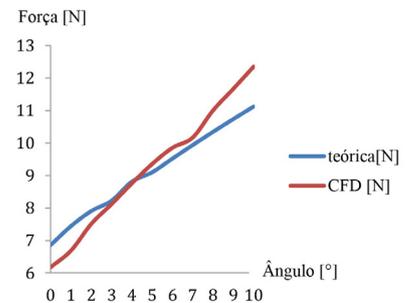


Figura 12: Gráfico da inclinação x força teórica e numérica pelo CFD.

Utilizando-se dos resultados numéricos das forças obtidas no CFD, verifica-se que o método numérico apresenta valores que diferem dos resultados analíticos desde 0,64% até um valor máximo de aproximadamente 10% resultando numa variação média das 10 análises realizadas igual a 6,16%.

Cabe salientar que nenhum refinamento adicional foi realizado, ou seja, adotou-se um padrão inicial e as mesmas técnicas de refinamento foram utilizadas em todos os estudos.

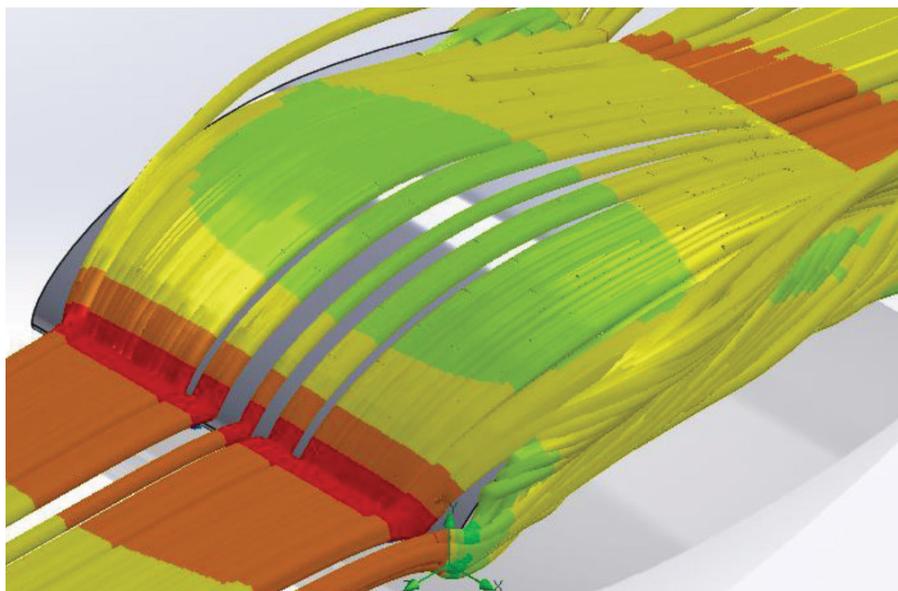


Figura 13: escoamento do fluido ao longo da asa.

Na figura 13 pode-se observar como se dá o escoamento do fluido ao longo da asa, e o comportamento dos vórtices de ponta de asa. Observa-se que o gradiente de pressão se dá de forma linear ao longo da superfície superior da asa, apresentando elevados valores nas extremidades, onde ocorre o impacto inicial do fluido com a parede e na região final onde os dois fluxos, superior e inferior se encontram.

Na figura 14, pode-se observar como se criam os vórtices de ponta de asa.

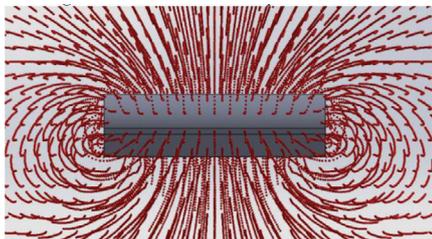


Figura 14: criação dos vórtices de ponta de asa.

4. Conclusões

Este trabalho sugere que a metodologia convencional de cálculos utilizando como referência a análise e extração de coeficientes de perfis aerodinâmicos conhecidos por métodos de painéis 3D pode ser complementada, bem como,

substituída pela metodologia de volumes finitos (CFD) proposta no presente trabalho.

Desta maneira, além dos resultados finais das forças de sustentação e arrasto a determinadas condições, o projetista pode complementar sua análise com uma visão muito mais ampla de seu projeto, com a possibilidade de controlar com um embasamento muito mais teórico os parâmetros,

além de realizar modificações a fim de corrigir ou evitar problemas. Isso é possível, pois o software possui a disposição do usuário diversos gráficos e resultados importantes que facilitam estas avaliações.

Estudos adicionais podem ser realizados a fim de se obter determinadas características para a asa, como a melhor relação de arrasto versus sustentação podendo ser obtida através das variações na inclinação do perfil da asa, ou ainda pequenas modificações no dimensional da asa, como corda e o alongamento.

Além disso, observa-se que os ângulos abaixo de cerca de 4° resultam em valores maiores de sustentação obtidos pelo método analítico comparativamente ao método numérico. Acima deste va-

lor de inclinação do perfil os resultados de sustentação se invertem. Este efeito deve ser melhor investigado por meio de novas análises com diferentes perfis e alongamentos de asa.

É interessante destacar que conforme os objetivos de cada estudo, o tempo de processamento é o ponto chave para se obter um equilíbrio em termos de comportamento de um determinado parâmetro em função das modificações pré-estabelecidas para o estudo, com isso, posterior a uma investigação inicial para selecionar a melhor combinação das variáveis pertinentes de alteração do projeto, é possível realizar uma análise com maior precisão.

Observa-se que o método de painéis 3D não foi analisado em detalhes. Foram utilizados estes dados como uma estimativa de valores a fim de serem comparados com os resultados obtidos na ferramenta numérica, a fim de comparar o comportamento dos resultados utilizando os dois métodos. Com isso, pode-se constatar que ambos os métodos apontam valores semelhantes, e isto pode ser utilizado como argumento de validação da metodologia utilizada nas análises realizadas no software CFD Flow Simulation.

5. Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores, Wagner e Sérgio, pela ajuda e orientação ao longo de todas as atividades e por terem viabilizado este projeto.

6. Referências

- [1] MALISKA, C. R. *Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional*. 2ª ed. LTC Editora, 2010, 472 p.
- [2] POTTER, M.C.; SCOTT, E.P. *Ciências Térmicas - Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos e Transmissão de Calor*. Thomson, 2007.
- [3] MUNSON, B. R. ; YOUNG, D. F; OKIISHI, T. H. *Uma introdução concisa à mecânica dos fluidos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- [4] ÇENGEL, YA, CIMBALA, JOHN M. *Mecânica dos Fluidos - Fundamentos e Aplicações*. Mc Graw-Hill, 2007.
- [5] Stinton, Darrol. *The design of the airplane*. Oxford BSP PROFESSIONAL BOOKS: London Edinburgh Boston, Melbourne Paris Berlin Vienna .1983, 674 p.

A importância da capacitação para o uso de tecnologias da informação na prática pedagógica de professores de ciências

Luís César Minozzo
Gládis Franck da Cunha
Marilda Machado Spindola
Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências e Matemática,
Universidade de Caxias do Sul

Resumo: Este trabalho analisa os resultados obtidos em um curso de formação continuada, que teve por objetivo capacitar professores de Ciências para utilização de recursos do universo tecnológico, disponível em escolas da rede pública do município de Bento Gonçalves/RS, com a finalidade de inserir tais tecnologias em uso na sociedade como possibilidade didática. A relevância do presente trabalho se justifica pela carência de profissionais da educação que se sintam qualificados para utilização dessas tecnologias na sua ação pedagógica. A partir de um curso de formação, observou-se que, apesar das dificuldades apresentadas pelos professores em relação ao conhecimento básico de informática, a prática com o uso de ferramentas digitais incentivou-os a aplicá-las em sua prática docente, levando-os a perceber uma maior aproximação com os estudantes. As discussões realizadas durante a capacitação visaram, principalmente, a aplicação de metodologias alternativas no ensino de Ciências. Os relatos das diferentes experiências levam a concluir que o professor pode criar possibilidades atrativas e motivadoras para os estudantes, através dos recursos tecnológicos inseridos em uma didática diferenciada e contextualizada.

Palavras-Chaves: Formação continuada; Tecnologias; Ciências.

Abstract: This paper analyzes the results obtained in a continuing education

course, which aimed to train Science teachers to use resources from the technological universe available in the public schools of the city of Bento Gonçalves/RS/Brazi, in order to put such technologies use in society, as a teaching opportunity. The relevance of this study is justified by the lack of education professionals who feel qualified to use these technologies in their pedagogical action. From a training course, it was observed that, despite the difficulties faced by teachers in relation to the basic computer knowledge, the practice using digital tools encouraged them to apply such tools in their teaching practice, leading to a perception of a closer relationship with students. The discussions held during the training aimed mainly the application of alternative methodologies in Science teaching. The reports of the different experiments lead to the conclusion that the teacher can create attractive and motivating opportunities for students through technological resources embedded in a differentiated and contextualized teaching.

Keywords: Continuing Education; Technology, Science.

1. Introdução

O desempenho pífio dos estudantes em avaliações externas como a prova Brasil e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA, atestam uma relação insatisfatória com o conhecimento, levando-nos a questionar a importância da escola.

De acordo com Zille [1], [...] “Não é raro se observar o baixo interesse e a pouca motivação por parte dos jovens no que diz respeito à escola e à forma como o conhecimento vem sendo ministrado nas salas de aula” [...]. Este quadro aponta para a visceral necessidade que a escola tem de mudança ou transformação. Todavia estas mudanças devem tomar uma direção específica.

Para Pochulu [2], um professor quando ensina deixa traços, sulcos ou marcas. Para que estas marcas não se apaguem, alguma coisa deve acontecer. Os efeitos do ensino são curiosos e fascinantes, pois somos, em grande parte, o resultado do que nos foi dado ou tirado, ensinado ou ocultado, passado ou roubado. Assim, as mudanças desejadas para a educação pretendem que as marcas deixadas sejam o resultado da soma e não da subtração, para que a aprendizagem se constitua numa vivência construtiva e não remeta, apenas, a uma cicatriz dolorosa. Nesse contexto, a qualificação de professores é fundamental, pois somente profissionais plenamente capacitados e apaixonados pelo seu trabalho conseguem encarar o desafio de despertar nos alunos o interesse pelo aprendizado. A inserção de ferramentas tecnológicas em sala de aula predispõe a educação a diversas transformações, especialmente quando tal inserção se dá em metodologias que são pautadas pela dialogicidade e não mais unidirecionais.

A utilização de metodologias diferenciadas do convencional leva o professor a perceber que o processo de ensino e aprendizagem também sofre alterações [3]. De acordo com D'Ambrosio [4], a década de 90 se apresentou como um marco de transição de entrada ao século XXI com a presença marcante da tecnologia. Neste mesmo sentido, são colocadas aqui algumas questões norteadoras para que essa transformação se processe no sentido desejado:

1) O professor está preparado para fa-

zer uso das tecnologias em sala de aula?

2) O uso de ferramentas como computador, smartphone, celular, câmera fotográfica digital e internet é útil para aproximar educadores e educandos?

3) A instalação de equipamentos como a lousa interativa está alterando as metodologias das aulas?

4) Como é a realidade dos indivíduos participantes do processo de ensino e aprendizagem e como reagem à inserção de novos meios para ensinar?

O presente trabalho surgiu da necessidade de busca de respostas para estas questões, na perspectiva de entender os desafios impostos pelo uso de ferramentas educacionais diferenciadas.

Com esta perspectiva, elaborou-se um curso de capacitação para educadores que atuam na componente curricular de Ciências, na rede pública do município de Bento Gonçalves/RS, visando instrumentalizar os professores que desejavam utilizar metodologias diversificadas em sua prática docente, de forma a construir mais vínculos que os aproximassem dos adolescentes, influenciados pela sociedade atual que se caracteriza pelo massivo acesso às tecnologias da informação.

Faz-se, também, uma reflexão sobre os caminhos a serem seguidos no que se refere à inserção de possibilidades ofertadas aos adolescentes, a fim de construir-se conhecimentos sobre conteúdos relacionados às ciências. Assim, as novas possibilidades que os computadores oferecem como os recursos de multimídia e a comunicação através da rede, aliados à grande quantidade de softwares disponíveis no mercado fazem com que a formação dos educadores tenha que ser mais profunda para que cada professor possa entender e ser capaz de discernir entre as inúmeras possibilidades que se apresentam [5].

Portanto, os cursos de capacitação de professores que possibilitem integrar os recursos tecnológicos da informática

com as atividades desenvolvidas em sala de aula exigem uma nova abordagem, incorporando aspectos pedagógicos que contribuam para que o professor seja capaz de construir, no seu local de trabalho, as condições necessárias e propícias à mudança da sua prática pedagógica.

Esse desafio foi materializado na forma de um curso de formação de professores da Rede Municipal de Ensino do Município de Bento Gonçalves, usando como pauta a construção contextualizada do conhecimento.

O objetivo da formação não foi apenas de propiciar conhecimento sobre Informática e sobre os aspectos pedagógicos, mas auxiliar os professores e a administração da escola a construir um processo de implantação da Informática na escola [5].

Rosa e Grotto [6] assinalam que a adesão por novas metodologias normalmente baseia-se em uma extensa rede de conhecimentos, envolvendo saberes acumulados ao longo da história das ciências e das tecnologias. Nesse sentido, e partindo-se do pressuposto de que se intensifica a aproximação do professor com os estudantes, à medida que são utilizados novos recursos didáticos, o objetivo deste trabalho foi promover a capacitação dos professores de Ciências do Ensino Fundamental, instrumentalizando-os e introduzindo metodologias alternativas na didática da sala de aula.

Além disso, foi possível discutir o aproveitamento dos recursos tecnológicos disponíveis em escolas da rede pública do município de Bento Gonçalves/RS.

2. Desenvolvimento

Para diagnosticar a necessidade de ofertar um curso de capacitação aos professores, foi aplicado um questionário que investigou: 1) se o professor/a ministrava a disciplina de matemática, de ciências ou ambas; 2)

se o professor/a utilizava a rede mundial de computadores para elaborar suas aulas; 3) se utilizava a sala de multimídias da escola para realizar pesquisas com seus alunos com frequência mensal ou semestral; 4) caso o professor/a não utilizasse esta sala deveria indicar o motivo, escolhendo entre as alternativas: () faltam horários vagos na sala de multimídia; () meus alunos não sabem utilizar os recursos tecnológicos; () a disciplina na qual ministro minhas aulas não requerem este tipo de recurso; () não tenho interesse ou () outro motivo que deveria ser indicado pelo respondente. Os professores consultados também deveriam responder se: 5) achavam importante a utilização de recursos tecnológicos nas aulas; 6) mantinham ou mantiveram contato com seus alunos via redes sociais (facebook, orkut, outros); 7) conheciam a lousa interativa instalada na escola; 8) achavam importante a utilização da internet pelos alunos para realização de pesquisas relacionadas às suas disciplinas e 9) achavam importante a utilização de tecnologias de informação - TIC pelos professores como suporte para melhorar a aprendizagem dos alunos. As respostas a estes questionamentos foram organizadas no Quadro 1 e serviram de base para elaboração do cronograma do curso de formação. Além disso, foram agendados encontros com representantes da Secretaria Municipal de Educação – SMED, responsáveis pela supervisão escolar e pelo setor de tecnologias escolares para apresentação do projeto. Com a aprovação do mesmo, foi iniciado o processo de criação e organização dos encontros, com posterior divulgação para os professores. A divulgação ocorreu em um encontro que acontece mensalmente entre professores das áreas de Ciências e Matemática, onde os participantes receberam um formulário para preenchimento,

relatando seu interesse. A programação passou por mudanças estruturais ao perceber-se que alguns conteúdos a serem abordados não atenderiam aos interesses dos participantes. Desse modo, seria possível priorizar e aprofundar informações, bem como desenvolver estratégias de aplicabilidade imediata, conforme as opiniões dos participantes.

1. Área de atuação docente.			
Número de respostas	Matemática	Ciências	Matemática e Ciências
	-	3	8
2. Utilização da internet para planejamento e desenvolvimento das aulas			
Número de respostas	Sim	Não	Raramente
	8	-	3
3. Utilização da sala de multimídias com alunos			
Número de respostas	Pelo menos 1 vez ao mês	1 a 2 vezes ao ano	Nunca
	7	4	-
4. Reconhecimento da relevância da utilização de recursos tecnológicos nas aulas.			
Número de respostas	Acham relevante	Não acham relevante	A relevância depende do atendimento das necessidades*.
	4	-	7
5. Contato com estudantes via redes sociais			
Número de respostas	Usam redes sociais e têm contato	Não usam redes sociais	Usam, mas sem contato com alunos
	2	6	3
6. Conhecem a lousa interativa da escola.			
Número de respostas	Conhecem	Não conhecem	
	10	1	
7. Consideram a internet importante para pesquisas dos alunos.			
Número de respostas	Sim	Não	
	11	-	
8. Consideram importante o uso de tecnologias pelos professores para o aprendizado dos educandos.			
Número de respostas	Sim	Não	
	11	-	

*Capacitação docente, monitor, equipamentos atualizados.

Quadro 1 - levantamento do perfil da turma, a partir de questionário estruturado, respondido por 11 professores.

O curso contou com quatro encontros de duas horas cada, totalizando oito horas, que puderam dimensionar o processo de educação na escola pública, principalmente no que tange às mudanças estruturais e/ou metodológicas no ensino com tecnologias, conforme pode ser visto no quadro 2. O primeiro encontro contou com a apresentação do conteúdo programático, que serviu para constatar o interesse de cada um, bem como suas principais dúvidas. Foram analisados modelos de apresentações de lâminas para projetor multimídia, sites com aulas interativas, filmes com métodos utilizados em aulas

Datas	Horário	Programa
Data 1	18h às 20h	Uso do Power Point ou Apresentação (Open Office), metodologias para uso de ferramentas tecnológicas, ferramentas disponíveis nas escolas.
Data 2	18h às 20h	Modelos de apresentações para a tela interativa e montagem de aula prática. Metodologias nas aulas com uso de tecnologias.
Data 3	18h às 20h	Apresentação e discussão de aulas práticas com o uso de tecnologias/programas.
Data 4	18h às 20h	Outros recursos tecnológico-didáticos úteis ao ensino de ciências, dúvidas individuais e revisão de metodologia. Redes sociais e uso do celular nas aulas de ciências.

Quadro 2 - Cronograma, horário e programa dos encontros formativos

práticas, além de outras ferramentas disponíveis nas escolas municipais (câmera fotográfica, tela interativa, celulares, conexão à rede mundial de computadores e redes sociais). Também, foram apresentados modelos de aulas via o uso de programas computacionais como Microsoft Power Point (PPT) e sites educacionais voltados aos profissionais da educação. É importante ressaltar que dúvidas e receios sobre a utilização dos recursos, foram constantes durante os quatro encontros realizados. A partir desta apresentação, houve novamente a necessidade de se reformular os conteúdos programáticos, tendo em vista que a maioria dos participantes não tinham conhecimentos básicos de informática. No segundo encontro foram iniciadas as construções individuais e também as possibilidades que as redes sociais trazem para a sala de aula, tanto na organização de trabalhos em grupos, como na construção de vídeo aulas pelos próprios alunos. Além disso, foi destacada a importância da mudança de metodologia a partir do uso de objetos diferenciados, dando ênfase aos conhecimentos prévios de cada um. No terceiro encontro foram construídas aulas a partir do interesse de cada participante, sempre ligadas ao ensino de Ciências. Nesse contexto, cada participante trabalhou com seus principais

conteúdos e explicou-os aos participantes com o uso da lousa interativa (Figura 2).

Cabe destacar que as lousas interativas não estão disponíveis em todas as escolas, porém é a ferramenta mais moderna encontrada hoje nestas instituições.

No quarto e último encontro, os professores apresentaram os resultados obtidos com as suas aulas, depois de colocadas em prática, bem como suas dúvidas com relação às práticas realizadas com seus alunos. Após, foram apresentadas outras opções de aulas com o uso de filmes e documentários.

Cabe ressaltar que os encontros aconteceram de forma que os profissionais pudessem organizar-se na prática, utilizando os recursos com os quais pudessem se sentir seguros e confiantes nas suas apresentações. 3.

3. Considerações finais

Frente ao exposto neste trabalho e aos dados obtidos, pôde-se chegar a algumas conclusões relevantes. A primeira refer-se à necessidade de dar maior suporte formativo ao professor para organização e preparação de suas aulas com a utilização de recursos tecnológicos, que estão presentes no dia-a-dia do adolescente. Afinal de contas, corroborando com Ferreira [7], o uso das tecnologias como ferramentas não será suficiente para dar boa continuidade ao processo de ensino-aprendizagem. Alguns fatores devem ser adicionados como, por exemplo, a atitude positiva dos professores em relação a estas tecnologias. É recomendável a organização das aulas utilizando informação disponível na Internet e outros produtos tecnológicos, contudo, a determinação clara dos objetivos do ensino por parte dos professores é um dos pontos mais significativos deste processo.

Além disso, para que o aluno tenha interesse em aprender, é necessária a união de esforços entre profissional e sistema educacional, pois de nada adianta o

professor esforçar-se na procura por capacitação, se os gestores não oferecerem o suporte necessário para colocar em prática os seus planos de ações pedagógicas. Nesse sentido, ainda faltam capacitações sobre informática básica a serem ofertadas a estes profissionais para que possam incorporar em sua prática docente os recursos tecnológicos disponíveis.

4. Referências

- [1] ZILLE, J. A. B. Games, indicadores e geradores de possibilidades educacionais. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara*, v. 6, n. 3, p. 140-151. set a dez, 2011.
- [2] POCHULU, M. D. *Configuraciones en las practicas docentes en la Universidad Villa Maria : UTN*, 2004. Tesis de Mestrado. Universidad Tecnologica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires. Maestria en Docencia Universitaria.
- [3] DOWBOR, L. *Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- [4] D'AMBROSIO, U. *Etno Matemática*. São Paulo: Ática, 1998.
- [5] VALENTE, J. A. et al. (Org.). *O computador na Sociedade do Conhecimento*. In: VALENTE, José Armando. *Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas*. Campinas: Unicamp/Nied, 1999. p. 99-115.
- [6] ROSA, M. P. A.; GROTO, E. M. B. Ensino de Química: Uma proposta didática mediada pelas TICS. *Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen*, v. 9, n. 13, p.79-98, 2008.
- [7] FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. *Química Nova*, 1998, v. 21, n. 6, p. 780-786. Nov-Dez.

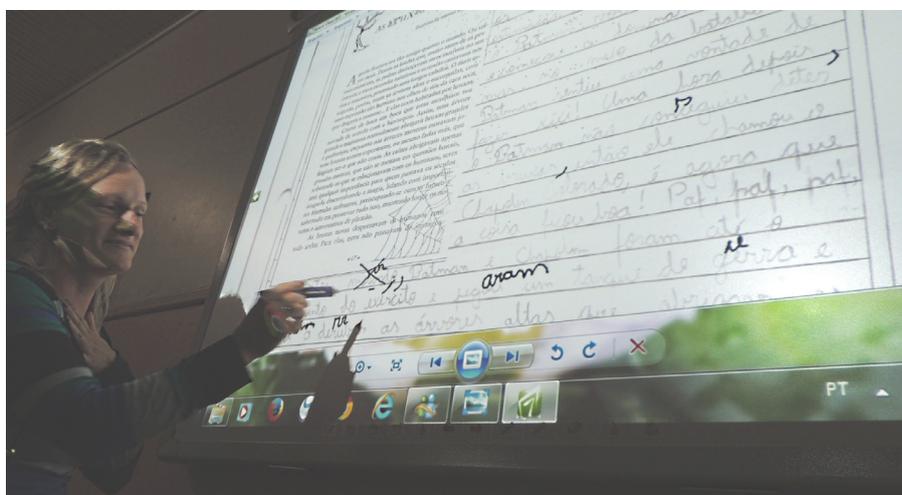


Figura 2 – Lousa interativa disponível nas escolas do município de Bento Gonçalves

Flutuação populacional e análise faunística de cigarrinhas (Cicadellidae) em pomar de ameixeira em Paranapanema, São Paulo, Brasil

Natalia A. Schneider
(naschneider@ucs.br)

Wilson S. de Azevedo Filho
(wsafilho@ucs.br)

Laboratório de Entomologia,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI

Cristiane Muller
(muller2@dow.com)

João R. S. Lopes
(jlopes@esalq.usp.br)

Laboratório de Insetos Vetores,
Universidade de São Paulo/ ESALQ

Marcos Botton
(marcos.botton@embrapa.br)

Laboratório de Entomologia,
Embrapa Uva e Vinho

Resumo: A produção de ameixa no Brasil é de grande importância econômica. O Estado de São Paulo ocupa a 4ª posição na produção nacional e, assim como os demais estados produtores da fruta, vem enfrentando problemas fitossanitários graves devido a Escaldadura das Folhas da Ameixeira. A doença, causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*, caracteriza-se pela necrose das folhas e secamento dos ramos colonizados pela bactéria, provocando o declínio no vigor e na produção, culminando com a morte da planta. A bactéria *X. fastidiosa* é transmitida por cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae). Este trabalho teve como objetivo identificar as espécies de cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae; Gyponinae) presentes em um pomar de ameixeira representativo do município de Paranapanema (São Paulo - Brasil), realizando-se a análise faunística além de comparar métodos de coleta e conhecer a flutuação populacional. As amostragens foram realizadas de abril de 2011 a maio de 2012 em um pomar de ameixeira japonesa *Prunus salicina* Lindl., contendo plantas com 4-5 anos de idade, variedade Gulfblaze, em 1 ha de área. As cigarrinhas foram coletadas com cartões adesivos amarelos instalados em 10 pontos equidistantes. Em cada ponto foram instaladas duas armadilhas na parte alta e baixa das plantas, as quais foram substituídas quinzenalmente. As cigarrinhas capturadas nos cartões adesivos foram avaliadas e identificadas. Oito espécies de cigarrinhas foram identificadas: Cicadellinae - *Bucephalogonia xanthophis*, *Hortensia similis*, *Macugonalia cavifrons*,

Sonesimia grossa e *Oncometopia facialis*; Gyponinae - *Curtara samera*, *Sordana placida* e *Sordana sordida*. *O. facialis* e *C. samera* foram constantes e dominantes com frequências respectivas de 32.5% e 20.9%. O pico populacional de Cicadellidae ocorreu em julho de 2011.

Palavras-Chave: Ameixa, Cicadellidae, *Xylella fastidiosa*, São Paulo, Escaldadura das Folhas da Ameixeira.

Abstract: The production of plum is of great economic importance for Brazil. São Paulo is the fourth largest producer, but is facing a serious phytosanitary problem due to the disease Plum Leaf Scald. The disease is caused by the bacteria *Xylella fastidiosa*, which is transmitted by leafhoppers (Cicadellidae: Cicadellinae). This study aimed to identify species of leafhoppers (Cicadellidae: Cicadellinae; Gyponinae) in a plum orchard in the municipality of Paranapanema (São Paulo - Brazil); performing faunistic analysis; analyse of sampling methods and the population fluctuation. Sampling was conducted from April 2011 to May 2012 in a Japanese plum orchard, *Prunus salicina* Lindl., containing plants aged 4-5 years, variety Gulfblaze, with total area of 1 ha. Leafhoppers were collected with yellow sticky cards installed in 10 equidistant points. Each point contained two traps, low and high, which were replaced every 15 days. Eight species of leafhoppers were identified, five in Cicadellinae: *Bucephalogonia xanthophis*; *Hortensia similis*; *Macugonalia cavifrons*; *Sonesimia grossa* and *Oncometopia*

facialis. Three in Gyponinae: *Curtara samera*; *Sordana placida* and *Sordana sordida*. *Curtara samera* and *Oncometopia facialis* were classified as constant and dominant species with respective frequency of 32.5 % and 20.9 %. The population peak of Cicadellidae was in July 2011.

Keywords: Plum, Cicadellinae, *Xylella fastidiosa*, São Paulo, Plum Leaf Scald.

1. Introdução

A produção de ameixa no Brasil é de grande importância econômica para o país. A ameixa é uma fruta rica em nutrientes, possuindo ação antiviral e antibacteriana possibilitando um alto consumo no cotidiano [6]. São Paulo ocupa a 4ª posição na produção nacional, e assim como os demais estados produtores da fruta, vem enfrentando problemas fitossanitários graves devido a doenças conhecidas como Escaldadura das Folhas da Ameixeira (EFA), a qual tem limitado o desenvolvimento da cultura.

A ameixeira japonesa, *Prunus salicina* Lindl., é a espécie mais difundida no Estado de São Paulo graças ao grande número de variedades adaptadas ao clima da região. A variedade Gulfblaze foi introduzida recentemente no Estado, com o intuito de antecipar a safra, reduzir a competição com outras variedades e consequentemente aumentar a produção e alavancar a economia devido à produção de ameixas. Esta variedade é conhecida por apresentar resistência média a doenças causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* (Sm) Young et al. e *Xylella fastidiosa* Wells et al. [4].

A Escaldadura das Folhas da Ameixeira, doença causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*, é um importante fator fitossanitário que limita o cultivo da ameixa no Brasil.

A EFA é endêmica na maioria das regiões produtoras de ameixa do país sendo responsável pela redução na área

cultivada desde a década de 70 [7]. A doença aumenta o custo de produção no Brasil reduzindo a competitividade em relação às ameixas importadas, principalmente da Argentina e Chile [5]. A doença se caracteriza por necrose de folhas e secamento de ramos colonizados pela bactéria, da parte apical para base da copa, com declínio no vigor e na produção (de 80 a 90%), culminando com a morte da planta [8]. O agente etiológico da EFA é de ocorrência restrita ao xilema das plantas, sendo transmitido por diversas espécies de cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae) [9].

A bactéria *Xylella fastidiosa* é restrita ao xilema, gram-negativa, não flagelada, aeróbica estrita, medindo de 1-3.5 µm de comprimento, por 0.3-0.5 µm de diâmetro e agente causador de diversas doenças de importância econômica mundial. Além de afetar o cultivo de ameixa, culturas como citros, café, canola, videira e pêsego também vem sofrendo prejuízos nas últimas décadas.

A bactéria é transmitida de modo propagativo e não circulativo por cigarrinhas (Cicadellinae). Após a aquisição da bactéria, as cigarrinhas adultas podem transmitir o fitopatógeno indefinidamente [3].

As espécies pertencentes à Cicadellinae são numerosas e diversificadas, com comprimento bastante variado e cores

vistas, mas com comportamento alimentar semelhante, alimentando-se apenas em vasos do xilema onde o patógeno é encontrado [8]. Dessa forma, estudos para identificação de cigarrinhas potenciais vetoras da bactéria em ameixeira são necessários. As informações poderão viabilizar a implementação de técnicas de manejo que diminuam as perdas associadas à doença, sem comprometer os agroecossistemas envolvidos.

O presente trabalho teve como objetivo identificar as espécies de cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae; Gyponinae) em pomar de ameixeira localizado no município de Paranapanema (São Paulo - Brasil), realizar a análise faunística, comparar métodos de coleta e conhecer a flutuação populacional.

2. Material e Métodos

A amostragem dos insetos foi realizada no período de abril de 2011 a março de 2012 em um pomar de ameixeira, *Prunus salicina*, variedade Gulfblaze, com área total correspondente a 1 ha, contendo plantas com quatro e cinco anos de idade, localizado no município de Paranapanema (distrito de Holambra II), São Paulo.

As cigarrinhas foram coletadas com cartões adesivos amarelos (8,5 x 11,5cm) instalados em 10 pontos

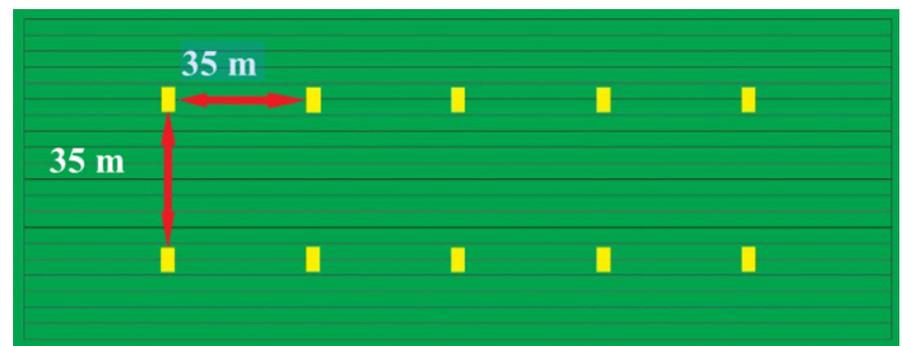


Figura 01: Armadilhas adesivas amarelas distribuídas em 10 pontos equidistantes (35 x 35m) no pomar

equidistantes (35 x 35m) (Figura 01). Em cada ponto foram instaladas duas armadilhas (Figura 02), com alturas de 0,5m e 1,7m acima do solo, que foram substituídas quinzenalmente.

As cigarrinhas capturadas nos cartões adesivos foram retiradas dos mesmos, com auxílio de querosene, utilizado para dissolver a cola e facilitar a remoção dos insetos sem danificar suas estruturas permitindo a identificação das espécies. A identificação dos espécimes foi realizada com o auxílio da literatura [1] [2] [3]. Espécimes de referência foram montados, etiquetados e depositados na Coleção Entomológica da Universidade de Caxias do Sul (UCS/CARVI), Bento Gonçalves, RS - Brasil.

A análise faunística foi realizada através de índices faunísticos (constância, frequência e dominância) das espécies na área de estudo [11] [12]. Uma espécie constante é aquela que está presente em mais de 50% das amostras. As demais espécies, com percentuais menores, são classificadas como acessória (25% - 50%) ou acidental (menos de

25%). A frequência (π) é dada pela proporção de indivíduos de uma espécie (n_i) dividida pelo número total de indivíduos (N) coletados na amostra. Espécie dominante é aquela que possui frequência maior que 1 dividido pelo número total de espécies amostradas (S), ou seja $> 1/S$.

A flutuação populacional de Cicadellidae foi baseada no número total de espécimes (machos e fêmeas adultos) coletados mensalmente.

Os dados meteorológicos (temperatura e pluviosidade) relativos ao período de amostragem foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia, estação Sorocabá, São Paulo.

3. Resultados e discussão

Foram identificadas oito espécies de cigarrinhas junto ao pomar. No grupo Cicadellinae (Tabela 01) foram registradas cinco espécies incluídas em cinco gêneros: Cicadellini - *Bucephalogonia xanthophis* (Berg, 1879); *Hortensia similis* (Walker, 1851); *Macugonalia cavifrons* (Stål, 1862); *Sonesimia grossa* (Signoret,

1854); e Proconiini - *Oncometopia facialis* (Signoret, 1854). No grupo Gyponinae (Tabela 02), foram identificadas três espécies incluídas em dois gêneros: *Curtara samera* DeLong & Freytag, 1972; *Sordana placida* (Spångberg, 1883) e *Sordana sordida* (Stål, 1854).

Espécie	Total Coletado
<i>Bucephalogonia xanthophis</i> (Berg, 1879)	2
<i>Hortensia similis</i> (Walker, 1851)	2
<i>Macugonalia cavifrons</i> (Stål, 1862)	1
<i>Sonesimia grossa</i> (Signoret, 1854)	2
<i>Oncometopia facialis</i> (Signoret, 1854)	14

Tabela 01: Total de Cicadellinae (Hemiptera: Cicadellidae) coletados com armadilhas adesivas no município de Paranapanema - SP, no período de abril de 2011 a maio de 2012

Espécie	Total Coletado
<i>Curtara samera</i> DeLong & Freytag, 1972	9
<i>Sordana placida</i> (Spångberg, 1883)	3
<i>Sordana sordida</i> (Stål, 1854)	3

Tabela 02: Total de Gyponinae (Hemiptera: Cicadellidae) coletados com armadilhas adesivas no município de Paranapanema - SP, no período de abril de 2011 a maio de 2012.

As espécies *B. xanthophis*, *O. facialis* e *S. grossa* encontradas nesse estudo já foram relatadas como vetoras de *X. fastidiosa* em citros [3]. *H. similis* também foi um registro importante, junto ao pomar em Paranapanema, pois o fitopatógeno foi encontrado, com o uso do teste Elisa, nessa espécie coletada em pomares de ameixeira em Santa Catarina [7]. *O. facialis* e *C. samera* foram classificadas como espécies constantes e dominantes com frequências respectivas iguais a 32.5% e 20.9%. *Sonesimia grossa* foi classificada como espécie acessória e dominante, com 20.9% de frequência (Tabela 03).

Através do método de coletas utilizado, é possível comparar a taxa de capturas em armadilhas altas e baixas (Tabela 03), na qual foi observada pouca diferença em relação ao número total de indivíduos capturados em diferentes alturas, tendo a armadilha baixa (B) capturado



Figura 02: Armadilhas adesivas amarelas localizadas na parte alta (A) e baixa (B) da planta no interior do pomar.

23 indivíduos e a armadilha alta (A) um total de 20 espécimes. Também foi possível avaliar a diferença de captura entre armadilhas altas e baixas com relação aos táxons coletados (Figura 03). Na armadilha alta (A), instalada a 1,7m do solo, foram capturadas as seguintes espécies: *B. xanthophis*, *S. grossa* e *O. facialis*. Na armadilha baixa (B), instalada a 0,5m do solo, as espécies *H. similis*, *S. grossa*, *M. cavifrons* e *O. facialis* foram capturadas. *S. grossa* e *O. facialis* ocorreram em ambas armadilhas. É conhecido que o local de alimentação na planta pode variar de espécie para espécie, assim como de tribo para tribo. De acordo com outros estudos [8] [10] o grupo Cicadellini tem sido capturado com maior constância em armadilhas baixas, enquanto Proconiini, que apresenta hábito arbóreo, tem seus integrantes capturados geralmente em armadilhas altas. Porém, algumas espécies não apresentam um padrão único de captura, como ocorre com *B. xanthophis*, *M. cavifrons* e *O. facialis*.

A taxa de indivíduos capturados em Gyponinae foi consideravelmente menor que em Cicadellinae, contudo foi possível verificar diferença na captura de indivíduos entre armadilhas de alturas distintas (Figura 04). A espécie *C. samera* foi capturada em ambas as armadilhas, porém mais numerosa na armadilha alta. A armadilha baixa apresentou maior riqueza de espécies, no qual *S. placida* e *S. sordida* foram capturadas. Com relação à flutuação populacional de Cicadallidae, o mês de julho de

2011 apresentou o maior número de indivíduos totalizando nove cigarrinhas coletadas, enquanto que nos meses de outubro e novembro de 2011 não houve coleta de espécimes (Figura 05). Os dados meteorológicos corroboram o resultado das capturas, visto que no mês de julho, a pluviosidade total foi baixa, 15,2mm, assim como a temperatura média mais amena, 18°C, aumentando a taxa de captura. Já nos meses de outubro e novembro, a

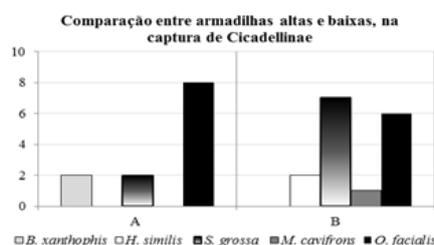


Figura 03: Comparação entre armadilhas altas (A) e baixas (B), de acordo com a taxa de captura de Cicadellinae no município de Paranapanema - SP, no período de abril de 2011 a maio de 2012.

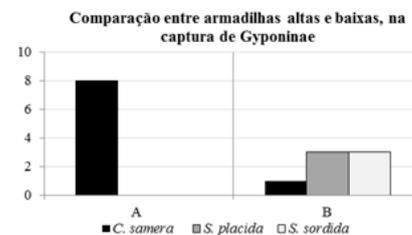


Figura 04: Comparação entre armadilhas altas (A) e baixas (B), de acordo com a taxa de captura de Gyponinae no município de Paranapanema - SP, no período de abril da 2011 a maio de 2012.

Espécie	A	B	ni	Freq. (%)	Dom.	Const. (%)
<i>B. xanthophis</i>	2	0	2	4.6	nd	16.6 acd
<i>H. similis</i>	0	2	2	4.6	nd	16.6 acd
<i>M. cavifrons</i>	0	1	1	2.3	nd	8.33 acd
<i>S. grossa</i>	2	7	9	20.9	d	33.3 ac
<i>O. facialis</i>	8	6	14	32.5	d	75 c
<i>C. samera</i>	8	1	9	20.9	d	58.3 c
<i>S. placida</i>	0	3	3	6.9	nd	8.33 acd
<i>S. sordida</i>	0	3	3	6.9	nd	16.6 acd
Total	20	23	43			

precipitação total foi igual a 200mm e temperatura média 21.5°C, reduzindo as capturas a zero.

Foi possível verificar que conforme ocorre uma queda de temperatura a taxa de captura aumenta. Assim como, nos meses em que pluviosidade total é mais baixa, as capturas são mais elevadas.

A = armadilha alta; B = armadilha baixa; ni = número de indivíduos da sp.; d = dominante; nd = não dominante. c = espécie constante; ac = espécie acessória; acd = espécie acidental.

Tabela 03: Análise faunística de cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae, Gyponinae) coletadas com armadilhas adesivas no município de Paranapanema - SP, no período de abril de 2011 a maio de 2012.

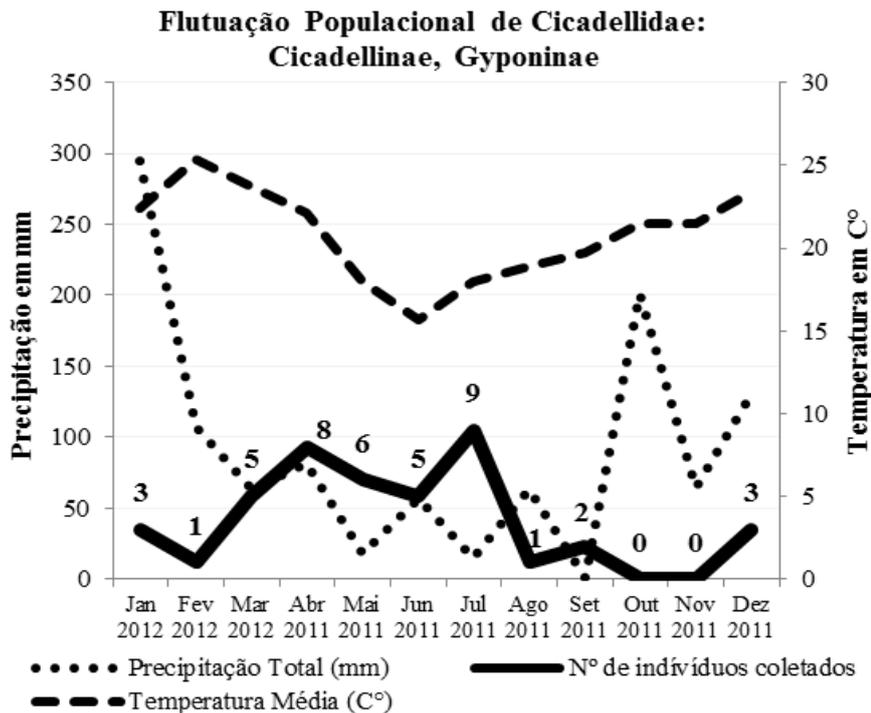


Figura 05: Flutuação populacional de Cicadellidae e dados meteorológicos (Estação de Sorocaba - INMET) no município de Paranapanema - SP, no período de abril de 2011 a março de 2012.

[6] EIDAM, T.; PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Ameixeira no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34: 1-319, 2012.

[7] HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J-P. H. J.; LEITE-JUNIOR, R. P.; LEITE, R. M. V.B. C. Fauna de Homoptera: Auchenorrhyncha em pomares de ameixeira em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, 30: 725-729, 2001.

[8] MULLER, C. Análise faunística e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) potenciais vetoras de *Xylella fastidiosa* em pomares de ameixeira nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, Brasil. *Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, USP/ESALQ*. 2008, 66p.

[9] REDAK, R. A.; PURCELL, A. H.; LOPES, J. R. S.; BLUA, M. J.; MIZELL III, R. F.; ANDERSEN, P.C. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annual Review of Entomology*, 49: 243-270, 2004.

[10] RINGENBERG, R.; LOPES, J. R. S.; BOTTON, M.; AZEVEDO FILHO, W. S.; CAVICHIOLO, R. R. Análise faunística de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura da videira no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology*, 39: 187-193, 2010.

[11] SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILLA NOVA, N. A. *Manual de ecologia dos insetos*. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1976. 416p.

[12] SOUTHWOOD, T. R. E. *Ecological methods: with particular reference to the study of insects populations*. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1995. 524p.

Com base nos resultados (Figura 05) foi possível determinar um padrão na presença de Cicadellidae no pomar de ameixeira:

- > Pluviosidade > Temperatura < Presença de cigarrinhas
- < Pluviosidade < Temperatura > Presença de cigarrinhas

4. Conclusões

As espécies de cigarrinhas presentes no pomar avaliado são: *B. xanthophis*, *H. similis*, *M. cavifrons* e *S. grossa* (Cicadellini); *O. facialis* (Proconiini); *C. samera*, *S. placida* e *S. sordida* (Gyponinae).

As cigarrinhas potenciais vetoras de *X. fastidiosa* com maior predominância presentes na cultura são *O. facialis* e *S. grossa*.

A armadilha baixa (0,5m acima do nível do solo) apresentou maior taxa de captura dos espécimes.

O pico populacional das cigarrinhas ocorre no mês de julho.

5. Agradecimentos

À Universidade de Caxias do Sul, pela bolsa de Iniciação Científica (BIC/UCS) concedida à primeira autora e o apoio ao projeto de pesquisa.

Ao Engenheiro Agrônomo Fernando Mascaro (Sigma Agropesquisa) pelo auxílio na condução do experimento na área de São Paulo.

6. Referências

[1] AZEVEDO FILHO, W. S.; CARVALHO, G. S. Gíponíneos (Hemiptera, Cicadellidae) associados à cultura de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck no Rio Grande do Sul, Brasil: I - *Sordana* e *Reticana*. *Biociências*, 9: 121-139, 2001a.

[2] AZEVEDO FILHO, W. S.; CARVALHO, G. S. Gíponíneos (Hemiptera, Cicadellidae) associados à cultura de *Citrus sinensis* no Rio Grande do Sul, Brasil: II - O gênero *Curtara*. *Biociências*, 9: 121-135, 2001b.

[3] AZEVEDO FILHO, W. S.; PALADINI, A.; BOTTON, M.; CARVALHO, G. S.; RINGENBERG, R.; LOPES, J. R. S. *Manual de identificação de cigarrinhas em videira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2011, 95p.

[4] BARBOSA, W. *Gulfbaze: nova opção de ameixa para o Estado de São Paulo*. 2006. Disponível em: <<http://www.infobios.com/Artigos/Ameixa/Ameixa.htm>>. Acesso em: 10/4/2014

[5] DUCROQUET, J-P. H. J.; ANDRADE, E. R.; HICKEL, E. R. A Escaladura das Folhas da Ameixeira em Santa Catarina. EPAGRI, Florianópolis, 2001. 55p. (Boletim Técnico, 118).

Caminhos da interdisciplinaridade: reflexões sobre um tema fugaz, mas essencial para educação no século XXI

Gladis Franck da Cunha

(gfcunha2@ucs.br)

Curso de Ciências Biológicas,
Universidade de Caxias do Sul/CARVI



Bacharel em Ciências Biológicas - ênfase em Genética.
Mestre em Genética e Biologia Molecular
Doutor em Educação

Resumo: O presente artigo reflete sobre a interdisciplinaridade e sua aplicabilidade, a partir de vivências pessoais da autora, trazendo a contribuição de vários pesquisadores que forneceram reconhecidas contribuições para o tema. As reflexões ao longo do texto buscam dar consistência a um tema fugaz, contribuindo para o estabelecimento de parcerias entre profissionais de diferentes áreas, visando a proposição de atividades interativas e colaborativas que envolvam uma abordagem interdisciplinar, essencial para a formação de profissionais capazes de promover a superação de uma visão restrita ou fragmentada do mundo e das ciências aplicadas. Destaca-se que a educação desempenha papel essencial para construção de uma ponte entre os centros de pesquisa e a população, mas para tanto necessita centrar a ação docente no desenvolvimento de habilidades e competências, usando os conteúdos como instrumento, mas não como o objetivo central da prática pedagógica, pois um indivíduo competente saberá aplicar de ciência e tecnologia e procedimentos de investigação científica em diferentes contextos, buscando alternativas satisfatórias para as situações novas que se apresentem.

Palavras-Chaves: Interdisciplinaridade, contextualização curricular, habilidades e competências

Abstract: This article reflects on interdisciplinarity and its applicability from the author's personal experiences, bringing the contribution of several researchers who provided recognized contributions to the

subject. The reflections in the text seek to give consistency to a fleeting theme, contributing to the establishment of partnerships between professionals from different fields, in order to propose interactive and collaborative activities that involve an interdisciplinary approach, essential for the formation of professionals able to promote overcoming a restricted or fragmented view of the world and applied sciences. It is highlighted that education plays a vital role in building a bridge between research centers and population, but need to focus teaching activities in developing skills and competencies using content as a tool but not as the central purpose of pedagogical practice. A competent individual will know to apply knowledge of science and technology and scientific research procedures in different contexts, seeking satisfactory alternatives to new situations as they arise.

Keywords: *interdisciplinarity, curricular contextualization, skills and competence*

1. Introdução: Contextualização e histórico

A interdisciplinaridade é ainda um conceito fugaz e complexo, pela própria natureza, mas os seus diferentes esboços incluem a necessidade do educando ser estimulado a estudar, a aprender a aprender, cabendo ao educador mostrar as relações entre o mundo real e o que é ministrado em sala de aula [1]. Em linhas gerais, envolve um trabalho de integração profunda entre diferentes áreas do conhecimento, de forma que as mesmas não apareçam de forma fragmentada e compartimentada, esquematizadas em conteúdos produzidos fora da realidade dos educandos.

Na prática, além de se dar consistência a um tema fugaz, a interdisciplinaridade implica no estabelecimento de parcerias entre profissionais de diferentes áreas. Para Fazenda [2], o sentido deste tipo de parceria manifesta-se no prazer em compartilhar falas, compartilhar espaços, compartilhar presenças ou ausências, que, em outras palavras parte no todo, aprofundando a parceria, no sentido da mesma poder ser traduzida em cumplicidade. Ainda para a autora, esta é “uma relação de reciprocidade, de mutualidade, que pressupõe uma atitude diferente a ser assumida frente ao problema do conhecimento, ou seja, é a substituição de uma concepção fragmentária para unitária do ser humano”. É, ainda uma atitude não preconceituosa, de abertura, onde todo o conhecimento é igualmente importante [3].

Contextualizando para o processo educativo formal das escolas e universidades, é necessário que os professores estejam preparados para estabelecer uma relação de troca de experiências. Devem estar sempre abertos ao diálogo e ao planejamento cooperativo. É um trabalho, sobretudo, de parceria, que requer uma transformação do fazer pedagógico, envolvendo pesquisas que produzam resultados capazes de auxiliar nessa transformação. Bem como, atividades interativas e colaborativas que efetivem o diálogo entre as Ciências Aplicadas, relacionando temas das áreas tecnológicas com aspectos sociais, econômicos ou ambientais, recorrendo a problematização como dimensão pedagógica do ato educativo [1].

As atividades interativas e colaborativas que envolvam uma abordagem interdisciplinar são essenciais na formação acadêmica, pois experiências prévias indicam que uma das principais dificuldades enfrentadas por eles é o estabelecimento de relações entre os diferentes conteúdos programáticos, quando são desafiados profissionalmente em estágios

dos respectivos cursos [4].

Nesse contexto, os professores devem atuar como mediadores no processo de construção de conhecimento, propondo a aprendizagem ativa através de diferentes meios tais como oficinas, solução de problema interdisciplinar, estudos de caso, estudos de meio, ensino com pesquisa. Nestes diferentes processos, o foco metodológico estará na interação do acadêmico, colocando-o como autor na construção do conhecimento coletivo ou individual, num ambiente que contempla: sondagem, problematização, sistematização do conhecimento, entre outros.

O objetivo da interdisciplinaridade é, portanto, o de promover a superação da visão restrita do mundo e a compreensão da complexidade da realidade, ao mesmo tempo resgatando a centralidade do homem na realidade e na produção do conhecimento, de modo a permitir ao mesmo tempo uma melhor compreensão da realidade e do homem como o ser determinante e determinado [5]. Como destaca a autora, surge uma demanda cada vez mais clara e evidente de se superar a fragmentação, em busca de uma visão e ação globalizadora e mais humana, ou seja, uma atitude de abertura, coerente, fundamentada na opinião crítica do outro e no diálogo, onde todo o conhecimento é igualmente importante. No mesmo sentido, Santos enfatiza que estamos numa fase de transição paradigmática da ciência moderna para uma ciência pós-moderna. Trata-se de uma fase longa e de resultados imprevisíveis. Entretanto, a universidade que se quiser pautada pela ciência pós-moderna deverá transformar seus processos de investigação, de ensino e de extensão. A primeira condição dessa transformação consiste em promover o reconhecimento de outras formas de saber e o confronto comunicativo entre elas.

A universidade deve ser um ponto privilegiado de encontro entre saberes,

deixando de residir no caráter único do saber que produz para residir na configuração de saberes que proporciona [6]. Numa perspectiva ainda mais ampla, espera-se a mesma transformação paradigmática na ação docente dos professores que atuam em todos os níveis da educação formal, pois como destacam Piaget e Garcia, não existe percepção ou experiência pura e a leitura da experiência supõe uma aplicação de instrumentos cognitivos, bem como uma atribuição de relações entre os fatos, que fornecem o encadeamento casual entre os acontecimentos [7], de modo que a experiência de convivência interdisciplinar se torna essencial para não nos deixarmos succumbir ao reducionismo “natural” de leitura da realidade a que os filtros gerados pelas especializações conduzem.

Como argumenta Fazenda, a interdisciplinaridade promove uma “integração de conhecimentos parciais, específicos, tendo em vista um conhecer global” que pressupõe a busca de novos conhecimentos, novas buscas e a transformação da própria realidade [3].

Esta discussão não é recente, intelectuais da década de 1970 já apontavam que a dissociação sempre crescente das disciplinas científicas constitui a expressão de um desmembramento da realidade humana. A ciência em migalhas não passa de reflexo de uma consciência fragmentada, incapaz de formar uma imagem de conjunto do mundo atual. Chegou a hora de uma nova epistemologia, onde os sábios de nossa época devem renunciar a se confinarem em sua especialidade, para procurarem em comum, a restauração das significações humanas do conhecimento, pois as disciplinas científicas distanciadas da existência concreta constituíram-se como linguagens herméticas, cujas verdades renunciaram à função devincular o homem com o seu mundo.

É preciso que cada um esteja impregnado de um espírito epistemológico sufi-

cientemente amplo para que possa observar as relações de sua disciplina com as demais, afim de criar constelações do saber, ordenadas em torno de temas, de objetivos e de projetos [8].

No campo das ciências aplicadas, Morin alertava para o risco do estabelecimento de um “neo-obscurantismo” generalizado, onde os especialistas se tornam ignorantes de tudo aquilo que não concerne à sua disciplina e os não especialistas renunciam, previamente, a toda possibilidade de refletir sobre o mundo, a vida e a sociedade, deixando este trabalho para os cientistas, os quais não têm nem tempo nem meios conceituais para tanto. Situação paradoxal onde o desenvolvimento do conhecimento instaura a resignação à ignorância e onde o desenvolvimento da ciência é, ao mesmo tempo, o da inconsciência [9].

De acordo com estes pressupostos, ao trabalhar a (cons)ciência, deve-se levar em conta que a produção científica através da pesquisa e a socialização do conhecimento produzido através de educação têm a mesma importância, não podendo se privilegiar uma em detrimento da outra.

No campo educativo, Japiassu destaca que o contexto interdisciplinar deve envolver motivação, abolindo o trabalho maçante e por vezes “bitolante”, que constitui a especialização em determinada disciplina, reorganizando o saber e criando domínios novos de conhecimento, mais bem adaptados à realidade social. Para tanto é preciso reorientar os professores a um estatuto que vise a solução de problemas, explorando as fronteiras das disciplinas e as zonas intermediárias entre elas, pois os problemas cada vez mais complexos colocados pela sociedade em plena mutação, exigem interdisciplinaridade para serem resolvidos e toda pesquisa para ser operatória, precisa quebrar o quadro das disciplinas e definir uma estratégia em ‘n’ dimen-

sões [10].

Estas estratégias devem convergir no sentido de descentralizar o chamado “conhecimento relevante” do campo da Ciências Naturais, estendendo-o para diálogos interdisciplinares com as Ciências Humanas que podem proporcionar um sentido mais amplo para a implementação de novas tecnologias, considerando seus aspectos legais e ambientais, por exemplo.

Historicamente, estas preocupações tornaram-se cada vez mais relevantes, pois nenhum período foi mais penetrado pelas Ciências Naturais nem mais dependentes delas do que o século XX, embora, paradoxalmente, nenhum período desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas [11].

Em 1910, somando-se todos os físicos e químicos alemães e britânicos chegava-se em torno de oito mil pessoas. Em fins da década de 1980 o número de cientistas e engenheiros empenhados em pesquisa e desenvolvimento experimental era estimado em cerca de cinco milhões, contudo eles apenas formavam a ponta de um iceberg muito maior do que se poderia chamar de mão de obra científica e tecnológica potencial. Contudo, num mundo democrático e populista, os cientistas eram uma elite, concentrada em relativos poucos centros subsidiados e, como “espécie”, ocorriam em grupos, uma vez que a comunicação era fundamental para suas atividades. Em contrapartida, estas atividades foram se tornando cada vez mais incompreensíveis para os não-cientistas. Na verdade, à medida que aumentava a especialização, mesmo os cientistas precisavam de publicações de “popularização da ciência” para explicar uns aos outros o que se passava fora de seus respectivos campos [11].

Impulsiona pela Segunda Guerra Mundial e após o seu final, a tecnologia com base em avançada teoria científica do-

minou o boom econômico da segunda metade do século XX e não mais apenas no mundo desenvolvido. Infelizmente, a maioria destas tecnologias está baseada em descobertas e teorias tão distantes do mundo do cidadão comum, mesmo dos países desenvolvidos mais sofisticados [11].

Este “distanciamento” está muito bem satirizado na série da TV americana, “The Big Bang Theory” criada por Chuck Lorre e Bill Prady, que estreou no canal CBS em 22 de setembro de 2007, na qual dois físicos um experimental e um teórico moram do outro lado do corredor de uma atraente garçonete loira, que não consegue compreender conceitos científicos básicos, mesmo convivendo cotidiana e intimamente com eles [12].

Paradoxalmente, a crítica à falta de comunicação entre os cientistas e os cidadãos comuns antecede, em muito, os avanços tecnológicos que assomam ao cotidiano desde a segunda metade do século XX. Uma das viagens de Gulliver de autoria do irlandês Jonathan Swift, publicado em 1726, descreve “Laputa” um país cuja capital se situava numa ilha flutuante, cujas casas eram muito mal construídas. O mesmo fenômeno podia-se observar nas roupas, uma vez que apenas a altura da pessoa era medida e, por meio de um quadrante, utilizando regras e compassos as demais medidas eram deduzidas. Com certa frequência, como ocorreu no caso de Gulliver, um erro de cálculo levava a produtos deficientes. Através desta história, Swift criticou o distanciamento entre o conhecimento científico e sua aplicação no cotidiano, ressaltando o desconforto que as pessoas comuns tinham em relação à aplicação prática deste conhecimento [13].

Na história de Swift, a capital de Laputa flutuava graças a um grande imã sustentado por um fortíssimo eixo de diamante

derivado do fundo da ilha, que impedia o imã de ser movido do lugar porém podia ser virado de um lado para o outro, de modo que um dos lados era atraído pela Terra enquanto o outro a repelia, assim, dependendo do seu posicionamento a ilha podia ser movida. Apesar deste incrível avanço tecnológico concebido no século XVIII, esta parte do livro serviu para criticar o hermetismo científico e as pesquisas para o ensino da matemática, cujo professor utilizava o método de escrever uma proposição e demonstração, utilizando uma tinta à base de corante cefálico em um pedaço de papel com 1 a 2 cm de diâmetro (obreia). Este papel deveria ser ingerido em jejum e seguido por uma alimentação restrita a pão e água, durante três dias, para que o corante digerido pudesse subir ao cérebro levando consigo a proposição. Infelizmente, em parte pela “perversidade dos meninos” para os quais era tão nauseante a obreia, que apenas fingiam comê-la ou, quando o faziam não era possível persuadi-los a cumprir a longa abstinência prescrita [13].

Infelizmente, a crítica Swift já completou 288 anos e se direcionava ao modelo de escola do século XVIII descrita por Ariés [14], o qual ainda não foi totalmente ultrapassado.

É de senso comum que qualquer indivíduo capaz de entender e usar o conhecimento científico terá vantagens pessoais na construção de uma vida mais digna, mas isto implica em uma mudança de paradigma que liberte a escola do modelo estabelecido ainda no século XVIII, pois, atualmente, estes problemas se tornaram mais agudos.

O campo educativo contribui para a compreensão do que é “educar”, pois apesar das Ciências Naturais constituírem uma fonte de conhecimentos fundamentais para uma compreensão mais profunda da vida e do próprio homem, entre os centros de pesquisa e a comunidade há um grande abismo e os avanços científicos levam mais de dez anos para

chegarem à Educação Básica, quando chegam. Nesse contexto, pode-se considerar a educação como essencial para construção de uma ponte entre os centros de pesquisa e a população ou entre a Ciência e a Cultura [15].

Estes mesmos questionamentos são feitos por outros pesquisadores que também se preocupam com a sobrevivência e o desenvolvimento humanos. Entre eles Jacquard [16] define o objetivo primário da educação como o de revelar a um filho de homem a sua qualidade de homem, ensiná-lo a participar na construção da humanidade e, para tal, incitá-lo a tornar-se o seu próprio criador, a sair de si mesmo para poder ser um sujeito que escolhe o seu percurso e não um objeto que assiste submisso à sua própria produção. Em outras palavras, não podemos ficar restritos à mera transmissão de um saber ou de um costume, precisamos, além da informação necessária engendrar um meio que possibilite novas estruturas de pensamento e novas descobertas. Precisamos contribuir para construção de conceitos que possibilitem o entendimento e utilização dos conhecimentos científicos no sentido de construirmos uma vida que seja mais equilibrada, possível e digna. Conforme destacava Einstein ao afirmar que “não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser compreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto” [17].

Para a apropriação do conhecimento científico, não é suficiente apenas que as pessoas sejam capazes de ler as palavras usadas nos textos de divulgação ou livros didáticos, é preciso que saibam interpretar e traduzir suas informações e, para tanto, precisam ser educadas. Em outras palavras, os professores não podem apenas “dizer o conteúdo”, mas precisam criar situações pedagógicas

que viabilizem vivências construtivas, ou seja, que possibilitem o envolvimento pessoal de cada educando na descoberta dos conceitos científicos [18].

Neste enfoque, a educação ganha cada vez mais destaque como protagonista de um novo cenário com crescimento econômico e de um ambiente de geração e disseminação de conhecimentos em grande escala, fundado no amplo acesso às tecnologias de informação, no desenvolvimento de competências profissionais e humanas adequadas às necessidades da sociedade atual. Devemos cativar e envolver o futuro cientista, o futuro professor, o professor da escola e os do ensino superior em projetos pedagógicos diferenciados e capazes para fazer frente às demandas atuais [1].

Em sua atividade profissional, um educador deverá trabalhar o conhecimento científico em três dimensões: Saber (conteúdos conceituais); Saber Fazer (conteúdos procedimentais) e Ser (conteúdos atitudinais), criando as condições necessárias à construção de saberes. É essencial que os conteúdos sejam relacionados ao cotidiano dos educandos, para isso, os educadores devem desenvolver atividades cooperativas e utilizar atividades práticas como, por exemplo, experimentos simples [18].

Resumindo, a abordagem interdisciplinar pode tornar o conhecimento científico acessível, mas implica na utilização de um corpo de conhecimentos conceituais; no uso de um conjunto de estratégias para a produção do conhecimento e em estimular um conjunto de atitudes do sujeito em relação ao conhecimento científico [19]. De acordo com Zemelman [20], precisamos criar categorias que permitam ao indivíduo relacionar-se com a realidade, transcendendo os limites da teoria e articulando a dimensão estritamente cognitiva e passível de ser analisada com a dimensão mais vaga ou gnoseológica, que está presente no indivíduo concreto.

Ou seja, buscar a reflexão teórica em

educação significa a sondagem das bases de compreensão da experiência empírica e construção de argumentos, que pode nortear a transformação da prática pedagógica e, para tanto, tais reflexões não podem apenas se debruçar sobre os processos educativos, mas também sobre os processos cognitivos do ser humano.

Piaget [21] em suas reflexões sobre a biologia do conhecimento salienta que todos os filósofos interessados no absoluto, recorrem a um sujeito transcendental, que ultrapassa o homem e sobretudo a 'natureza', de modo a situar a verdade para além das contingências espaço-temporais e físicas, tornando essa natureza inteligível numa perspectiva intemporal ou eterna. Mas, a questão é saber se é possível saltar sobre a sua sombra, e atingir o 'sujeito em si', sem que continue, apesar de tudo, 'humano, demasiado humano', como dizia Nietzsche [22]. Em outras palavras, dada a sua complexidade, o ser humano é afetado pelo ambiente em seus aspectos biológicos, sociológicos e psicológicos, pois ele se desenvolve através de um processo contínuo de interação com meio, indicando que a opção pela interdisciplinaridade implica na estruturação de um ambiente interdisciplinar.

Os caminhos aqui esboçados visam romper com as amarras que ainda mantêm os educadores presos aos paradigmas da escola do século XVIII, levando-os a estruturação da escola do século XXI, que deve ser capaz de concretizar os princípios da interdisciplinaridade, a contextualização do currículo e a organização e aproveitamento do tempo escolar, preparando o educando para as mudanças e tornando-o capaz de enfrentar as novas situações e os desafios que as grandes e complexas transformações vêm operando no mundo contemporâneo, afetando — drasticamente o ser humano, o ambiente e as relações entre eles.

2. Estratégias de ação.

A interdisciplinaridade começa pelo planejamento conjunto e cooperação entre disciplinas. Para Japiassu [10] a interdisciplinaridade se diferencia da multidisciplinaridade, pela fato desta última envolver objetivos múltiplos e nenhuma cooperação. Também se diferencia da pluridisciplinaridade que já apresenta cooperação, mas sem coordenação. O seja, a interdisciplinaridade apresenta níveis hierárquicos com objetivos comuns e uma coordenação procedentes de um nível superior, estabelecendo uma intensidade de trocas entre os especialistas no interior de um projeto específico de pesquisa.

Promover ações interdisciplinares no processo de ensinar prevê que o aprendizado não seja conduzido de forma isolada pelo professor, e que os conteúdos não se reduzam a uma exposição de tópicos. Prevê o desenvolvimento de metas educacionais comuns a várias disciplinas e que competências e conhecimentos sejam construídos em conjunto, de modo que se vivenciem conjuntos de ações interdisciplinares, articulando diferentes áreas das com as ciências aplicadas com uma intervenção social significativa.

Desenvolver um trabalho interdisciplinar implica em uma mudança de postura, que leva ao abandono de práticas pedagógicas rígidas, centradas no professor, caminhando rumo a uma metodologia motivadora, diferenciada e coletiva, que respeite a opinião do outro e parta de conhecimentos anteriores. Porém, é necessário não se fazer da importância metodológica um fim pois a interdisciplinaridade não se ensina e nem se aprende, apenas vive-se e, dessa forma, todos aprendem, educador e educandos [23].

Num contexto interdisciplinar é preciso mostrar que diferentes disciplinas ajudam a descrever o mundo em que vivemos, a conhecer e a desvendar as tec-

nologias existentes, além de servirem de base para o aparecimento de tecnologias futuras. Contudo, nenhum trabalho interdisciplinar será possível enquanto os educadores permanecerem imersos nos paradigmas conteudistas, uma vez que é fundamental mudar o foco do processo de ensino aprendizagem, buscando o desenvolvimento de habilidades e competências.

Segundo Pooli [24] a interdisciplinaridade tem grandes possibilidades de ser efetivada se não forem esquecidos os pressupostos filosóficos que orientam, fundamentam e dão consistência às disciplinas, uma vez que as práticas interdisciplinares estão sempre em construção, são provisórias e necessitam de constantes aprimoramentos, exatamente por se constituir em redes de trabalhos atravessadas por um conjunto de filosofias específicas que dialogam confrontando-se, associando-se e compartilhando-se.

Entretanto, somente reunir disciplinas não configura interdisciplinaridade, já que em reuniões de especialistas, as conhecidas mesas redondas, vê-se que nem sempre eles não dialogam entre si, pois mais discordam sobre os assuntos do que qualquer outra coisa, ou seja, mesmo nos processos de investigação científica ou na educação o que pode ser observado é uma animação cultural e não uma interdisciplinaridade real [25]. Portanto, promover ações interdisciplinares no processo de ensinar prevê que o aprendizado não seja conduzido de forma isolada pelo professor, e que os conteúdos não se reduzam a uma exposição de tópicos. Prevê o desenvolvimento de metas educacionais comuns a várias disciplinas e que competências e conhecimentos sejam construídos em conjunto, de modo que se vivenciem conjuntos de ações interdisciplinares, articuladas com as ciências naturais e as ciências humanas e com uma intervenção social significativa.

Mais do que um ingrediente essencial à formação acadêmica, a interdisciplinaridade tem se tornado um dos temas centrais em debates entre cientistas de diferentes áreas. Os cientistas brasileiros foram convidados, pela SBPC, a semear a interdisciplinaridade, tendo sido esteo tema geral da 58ª Reunião Anual da entidade em julho de 2006. A razão da escolha do tema foi a preocupação com a crescente especialização das disciplinas. Especialização essa que retalha o mundo real [26].

Nesse sentido, a aprendizagem baseada em projetos ou problemas oferece uma estratégia de capacitação pedagógica significativa, promovendo a mobilização do professor no aprimoramento e aprendizado em equipe, compartilhando dúvidas, estudos, interação, organização e decisões sobre o que, como e para que ensinar.

Os problemas são “naturalmente” interdisciplinares e rompem com as interpretações restritas de um mesmo campo de investigação. Além disso, muitos dos problemas colocados se transformam à medida que novos dados são revelados e estas características podem desencadear abordagens interdisciplinares, pois, conforme destaca Barbosa [27] a função da interdisciplinaridade não é comunicar ao indivíduo uma visão integrada de todo o conhecimento, mas desenvolver nele um processo de pensamento que o torne capaz de, frente a novos objetos de conhecimento, buscar uma nova síntese. Um bom exemplo de problema de investigação é a interpretação dos registros fósseis para reconstrução de hábitos e comportamentos de espécies extintas, das quais somente dispomos das ossadas ou coprólitos. Nesse campo, uma novidade foi a mudança da lendária fama de grande predador atribuída ao *Tyrannosaurus rex*, cujo nome significa exatamente “tirano rei dos lagartos”. Esta fama o transformou, definitivamente, no fóssil mais popular, tanto que é o mais visitado nos parques de dinossauros, a exemplo

do Parque de Kleinwelka, na Alemanha. Porém, desde os primeiros fósseis encontrados em 1902, cujas dimensões e dentes pontiagudos levaram à versão de grande e terrível predador, muitos outros achados, em bom estado de conservação, fizeram com que alguns cientistas repensassem as teorias elaboradas sobre o “tirano rei dos lagartos”, que, aparentemente, nunca teve nada a ver com a terrificante imagem atribuída a ele. Alguns fatos apontam na direção de que o *T. rex*

tenha sido mais urubu do que leão, ou seja, que ele vivia das sobras de comida rejeitadas por outros dinossauros, pois seu esqueleto revela que ele não possui os braços extremamente fortes para agarrar, submeter e derrubar as suas vítimas, característicos de um caçador [28], como pode ser observado na réplica da figura 01. A morte do mito do *T. rex* é um exemplo que contribui para compree são da ciência como atividade humana e histórica, desenvolvendo a reflexão crítica e



Figura 01: A miniatura do *Tiranossaurus rex* evidencia a ausência de membros superiores fortes e munidos de garras típicas de um grande predador.

a flexibilidade para encarar o conhecimento como provisório e não pronto e acabado. Tais compreensões são destacadas pelo MEC como competências gerais do ensino de ciências [29].

Trabalhar com habilidades e competências significa mobilizar recursos cognitivos para abordar e resolver situações complexas, pois uma competência é mais do que um conhecimento. Ela pode ser explicada como um saber que se traduz na tomada de decisões, na capacidade de avaliar e julgar [30].

Nesse contexto, uma pessoa é considerada competente quando tem os recursos para realizar bem uma determinada tarefa e educar alguém para ser competente significa criar as condições para que esta pessoa adquira os conhecimentos, as habilidades, as linguagens, os valores culturais e os emocionais relacionados a uma atividade específica [31].

Assim, mudar o foco da ação docente da abordagem pura e simples dos conteúdos para o desenvolvimento de habilidades e competências é condição básica para implementação de projetos interdisciplinares, que preparem efetivamente para o mundo do trabalho, onde os profissionais se defrontam com problemas complexos, que, cada vez mais, exigem a cooperação entre indivíduos detentores de especialidades diferentes.

3. Considerações Finais:

Atualmente, quase todos os avanços científicos e tecnológicos advêm do trabalho de uma diversidade de especialistas trabalhando conjuntamente para a solução de um problema. Esta realidade demanda que atividades interdisciplinares comecem a ser praticadas durante a formação escolar ou acadêmica. Para desencadear uma abordagem interdisciplinar, uma estratégia do MEC foi a inclusão dos Temas Transversais, que exigem a tomada de posição diante de problemas fundamentais e urgentes da vida social.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, de acordo com a realidade de cada lugar, as escolas podem eleger se quiserem – além dos temas transversais estabelecidos – temas locais para serem trabalhados, desde que contemplem questões consideradas urgentes como a Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde e Orientação Sexual [32].

Capacidades como dialogar, participar e cooperar são conquistas feitas paulatinamente em processos nem sempre lineares, que necessitam ser reafirmados e retomados constantemente. A organização dos conteúdos em torno de projetos, como forma de desenvolver atividades de ensino e aprendizagem, favorece a compreensão da multiplicidade de aspectos que compõem a realidade, uma vez que permite a articulação de contribuições de diversos campos de conhecimento.

Esse tipo de organização permite que se dê relevância às questões dos Temas Transversais, pois os projetos podem se desenvolver em torno deles, sendo direcionados para metas objetivas ou para a produção de um produto específico (como uma revista eletrônica de Interdisciplinaridade e Ciências Aplicadas, por exemplo).

A utilização de estratégias educativas que partem de problemas ou projetos interdisciplinares permitem a contextualização de conhecimentos específicos com as realidades locais ou regionais, levando à compreensão integrada da realidade, em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos. Além de fomentar e fortalecer a integração da ciência com a tecnologia.

4. Conclusões

A partir das reflexões realizadas ao longo do presente artigo pode-se concluir que:

- A excessiva ênfase na compartimentali-

zação em disciplinas dificulta o desenvolvimento de competências. Para romper com este paradigma, deve-se centrar a ação docente no desenvolvimento de habilidades e competências, usando os conteúdos como instrumento, mas não como o objetivo central da prática pedagógica.

- As perguntas são mais importantes do que as respostas! Isso significa que é preciso mudar o padrão de aula centrada no professor, buscando o envolvimento dos educandos através de questionamentos. Em outras palavras, significa que não se pode simplesmente dizer o conteúdo, mas organizar a ação docente de forma que os alunos descubram os conteúdos.

- O professor é um elemento chave na organização das situações de aprendizagem, pois lhe compete dar condições para que o aluno “aprenda a aprender”. O professor não é um personagem secundário neste processo, pois fará as perguntas que não fazem parte do cotidiano extraescolar. Os conhecimentos científicos são essenciais porque nas diferentes disciplinas são tratados temas que não costumam fazer parte das conversações sociais, mesmo que se refiram a eventos do cotidiano. Desse modo, o professor, mais do que informar, deverá desafiar os alunos a buscarem respostas através de diferentes fontes de pesquisa (internet, entrevistas, livros, jornais, etc.).

- Em lugar de continuar a decorar conteúdos, o aluno passará a exercitar habilidades, e através delas, poderá adquirir grandes competências. Nesse contexto, os conteúdos são usados para desenvolver habilidades, não sendo mais essencial sabê-los “na ponta da língua”, mas compreendê-los através de experimentos, observação, comparação, descrição, pesquisa, desenvolvimento de projetos, entre outros.

Ao possibilitar que um educando adquira uma competência, contribui-se para o desenvolvimento da inteligência como um todo.

Ou seja, o indivíduo competente não depende de conhecimentos específicos, que aprendeu na Escola. Ele poderá compreender melhor o mundo que está à sua volta. A princípio, relacionando um problema com o que ele já conhece, mas depois chegando ao que há de novo.

Um indivíduo competente é capaz de resolver problemas novos, pois a Escola já terá desenvolvido suas habilidades para descoberta. Em outras palavras, ele saberá aplicar conhecimentos de ciência e tecnologia e procedimentos de investigação científica em diferentes contextos, buscando alternativas satisfatórias para as situações novas que se apresentem, tornando-se um indivíduo autônomo, como preconizava Paulo Freire [33].

5. Referências

- [1] VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; BOOTH, I. A.S.; GIOVANNINI JR., O.; CATELLI, F.; LIMA, I. G.; SAUER, L. Z. *Novas metodologias para o Ensino Médio em Ciências, matemática e Tecnologia* in VILLAS-BOAS, V.; MIOTTO, F.; MARTINS, J. A (org.) *Novas metodologias para o Ensino Médio em Ciências, matemática e Tecnologia*, Brasília : Abenge, 2011.
- [2] FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo: Loyola, 2002.
- [3] FAZENDA, I. C. A. *Metodologia da Pesquisa Educacional*. São Paulo: Cortez, 1997.
- [4] CUNHA, G.F.; LEMOS, S. D. C.; DORNELES, L.T.; RIBEIRO, A.G.; SPECHT, A.; PARMEGIANI, R.; LORENZI, R. M. P. L. *Práticas Interdisciplinares em Ciências Biológicas*. Blog Teliga. net, 2008. Disponível em: <http://www.teliga.net/2008/10/prticas-interdisciplinares-em-ciencias.html>, acesso em 19/04/2014.
- [5] LÜCK, H. *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- [6] SANTOS, B. S. *Pela Mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. São Paulo : Cortez, 1997.
- [7] PILLAR, A. D. *Criança e televisão: leituras de imagens*. Porto Alegre : Mediação, 2001.
- [8] SALOMÃO, J. *Prefácio* in JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e a patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- [9] MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- [10] JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e a patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- [11] HOBBSBAMM, E. *Era dos estremos: o breve século XX: 1914-1991*. São Paulo : Companhia das Letras, 1991.
- [12] WIKIPEDIA. *Verbete: The Big Bang Theory*, disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/The_Big_Bang_Theory, acesso em 19/04/2014.
- [13] SWIFT, J. *Viagens de Gulliver*. São Paulo : Abril Cultural, 1983.
- [14] ARIÉS, Philippe. *História social da criança e da família*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1981.
- [15] CUNHA, G.F. *Interação e Meio: a filtragem do mundo*. Porto Alegre : UFRGS, 1999. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação.
- [16] JACQUARD, Albert. *A herança da liberdade: da animalidade à humanidade*. 1ed. Lisboa : Publicações Dom Quixote, 1988.
- [17] MEDEIROS A.; MEDEIROS C. *Einstein e a Educação*. São Paulo: Livraria da Física; 2006
- [18] DORNELES, L. T.; CUNHA, G. F. *Biologia Vegetal: manual de práticas escolares*. Caxias do Sul : EDUCS, 2005.
- [19] CUNHA, G. *Referenciais Curriculares de Ciências* (p.167-205). In: PREFEITURA MUNICIPAL DE FARROUPILHA; Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Desporto. CORAG : Porto Alegre, 2012.
- [20] ZEMELMAN, Hugo. *El actual momento histórico y sus desafíos*, in *Cadernos ANPED*, no 6, Belo Horizonte, outubro/1994.
- [21] PIAGET, J. *Biologia e conhecimento*. 1ed. Porto : Rés editora, 1978.
- [22] NIETZSCHE, F. *Humano, demasiado humano. Os pensadores*, 3 ed. São Paulo : Abril Cultural e Industrial, 1983.
- [23] MOLL, J. (org.). *Educação de Jovens e Adultos*. Porto Alegre : Mediação, 2004.
- [24] POOLI, J. P. *Ciência e interdisciplinaridade: os novos desafios do currículo escolar*. In: Ulbra. (Org.). *Projetos Interdisciplinares*. 1ed.Canoas: Editora da Ulbra, 2009, v. 1, p. 17-32.
- [25] POMBO, Olga. *Interdisciplinaridade e integração dos saberes*. LIINC em Revista, v.1, n.1, março 2005. Disponível em <http://revista.ibict.br/liinc/index.php/liinc/article/view/186/103>, acesso em 20/04/2014.
- [26] LEPRI, Mônica Cavalcanti. *Semeando interdisciplinaridade: as 'idéias-vivas' de Gregory Bateson*. In: *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 228, p. 16-21, jul. 2006.
- [27] BARBOSA, A. M. *A questão da interdisciplinaridade na Escola de Comunicação*. In: MELO, José Marques et al. (orgs.) *Ideologia e poder no ensino da comunicação*. São Paulo: Cortez, 1979.
- [28] MALTA, I. *O Tiranossauro Rex é uma fraude?* Blogpaedia, 2008. Disponível em <http://www.blogpaedia.com.br/2008/08/o-tiranossauro-rex-uma-fraude.html>, acesso em 20/04/2014.
- [29] ENCCEJA- *Matriz de Competências*, disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12485&Itemid=784, acesso em 20/04/2014.
- [30] MACEDO, L. *Por que competências e habilidades na educação básica?* In RIO GRANDE DO SUL, Secretaria de Estado da Educação, Departamento Pedagógico, Referenciais Curriculares do Estado do Rio Grande do Sul: *Ciências da Natureza e suas tecnologias*. Porto Alegre : SE/DP, 2009.
- [31] MORETTO, V.P. *Educar para competências; o desafio do professor no novo contexto social. Entendendo o Enem: análise*, disponível em file:///C:/Users/Sony/Downloads/artigo_vasco_moretto.pdf, acesso em 20/04/2014.
- [32] Brasil. *Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais : apresentação dos temas transversais. Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília : MEC/SEF, 1997*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro081.pdf>, acesso em 20/04/2014.
- [33] FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo : paz e Terra S/A, 1997.

Esta seção é dedicada ao leitor interessado em desafios que envolvam ciências e tecnologia. Todo volume terá uma questão de alguma área técnica qualquer voltada a este objetivo. No próximo volume a resposta é apresentada na mesma seção e um novo desafio é proposto.

Desafio: Todos nós sabemos os custos da energia elétrica residencial em nosso País. Além de existir uma previsão de crescimento de até 30% no custo das fa-

turas para o próximo ano, devido as poucas chuvas que assolam a região central do País, o que mantém em funcionamento constante das termoeletricas brasileiras.

Pensando em economia, surge a dúvida...

Qual o custo, em R\$, da energia doada por um elétron de nossa rede elétrica residencial 220V?

Até a próxima...



www.ucs.br