

## **A Modelagem Matemática como ferramenta na Formação Tecnológica e na Parceria entre a Indústria e os Centros Tecnológicos**

MARCELO LUCIO FERREIRA

Aluno Formado pelo Programa de Mestrado em Tecnologia do Centro Paula Souza

marcelo\_lucio@metrosp.com.br

FRANCISCO TADEU DEGASPERI

Docente do Programa de Mestrado em Tecnologia do Centro Paula Souza

ftd@fatecsp.br

**Resumo.** A formação tecnológica objetiva desenvolver habilidades e competências requeridas pelo mercado no saber fazer, pensar e inovar, estimulando o desenvolvimento profissional em áreas de pesquisa e extensão. O ensino da Matemática deve levar em consideração as necessidades apresentadas dentro deste cenário tecnológico, identificando na disciplina uma forma de leitura e ferramenta do desenvolvimento tecnológico. O objetivo deste trabalho é demonstrar a Modelagem Matemática como importante ferramenta utilizada pelos alunos da FATEC-SP do curso de MPCE para empresas que empregam a tecnologia do vácuo em seus processos industriais, apresentando os benefícios entre a parceria dos Centros Tecnológicos e as indústrias e propor uma reforma curricular no ensino da Matemática valorizando o aprendizado contextualizado.

**Palavras chaves:** Modelagem Matemática, Ensino Tecnológico.

**Abstract.** The training aims to develop technological skills and competencies required by the market know-how, think and innovate, encouraging professional development in areas of research and extension. The teaching of mathematics should take into consideration the needs presented within this technological scenario, identifying the discipline as a tool for reading and technological development. The objective is to demonstrate the mathematical modeling as an important tool used by students of SP-FATEC travel MPCE for companies that employ vacuum technology in its industrial processes, presenting the benefits of partnership between the Technology Centers and industry and propose a curriculum reform in mathematics teaching valuing the learning context.

**Key words:** Mathematical Modeling, Technological Education.

## 1. Introdução

BASSANEZI [1] questiona se os conhecimentos básicos de cálculo, geometria, e estruturas algébricas seriam “meros jogos” destinados a desenvolverem as habilidades intelectuais ou deveriam ser instrumentos aplicáveis aos usos cotidianos. Ressalta a importância do ensino comprometido com a realidade, lançando mão de instrumentos matemáticos relacionados a outras áreas do conhecimento humano e apresenta a Modelagem Matemática como a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

Os problemas encontrados nos diversos âmbitos profissionais não se apresentam, a princípio como problemas de cunho matemático, cabendo aos envolvidos entenderem que determinado problema (não matemático) pode ser analisado pelas lentes da Matemática na busca de uma solução. No entanto, esta perspectiva deve ser desenvolvida, trabalhada desde a formação do profissional nos Centros Tecnológicos e a Modelagem Matemática propicia o desenvolvimento desta percepção na qual o educando identifica o processo de como, através dos conteúdos da disciplina, consegue interagir com o ambiente que está inserido utilizando como ferramenta a matemática.

FERRUZZI [2] afirma que o grande desafio da tecnologia é o desenvolvimento tecnológico e sua influência e repercussão na sociedade que necessita estar cientificamente capacitada. Para que ocorra esta formação científica deve haver indiscutivelmente uma educação científica. Não se pode pensar tecnologia somente como resultado e produto, mas como concepção e criação, portanto precisamos não somente de indivíduos capacitados para concebê-la, mas principalmente de educação para prepará-los.

## 2. Os Cursos Tecnológicos

MOREIRA [3] afirma que os cursos de tecnologia estão em franca expansão, acompanhando os movimentos sociais, econômicos, tecnológicos e políticos, apontando para uma pesquisa do INEP, referentes ao período entre 2004 e 2006, sobre o ensino tecnológico que revela um crescimento de 97% em todo país e no estado de São Paulo um aumento de 395% no número de alunos neste segmento.

No parecer CNE/CP 29/2002 [4], o MEC apresenta os cursos superiores de tecnologia como uma das principais respostas do setor educacional às necessidades de demanda da sociedade brasileira, pois o progresso tecnológico vem causando profundas alterações nos modos de produção, na distribuição da força de trabalho e na sua qualificação. Também reafirma que o grande desafio enfrentado pela sociedade moderna está relacionado às contínuas e profundas transformações sociais ocasionadas pela velocidade que estão sendo gerados novos conhecimentos científicos e tecnológicos, sua rápida difusão e uso pelo setor produtivo e pela sociedade em geral.

A resolução CNE/CP 3 [5] institui as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a organização e o funcionamento dos cursos superiores de tecnologia, no Art. 2º, resolve que os cursos de educação profissional de nível tecnológico serão designados como curso superior em tecnologia e deverão:

- ✓ incentivar o desenvolvimento da capacidade empreendedora e da compreensão do processo tecnológico, em suas causas e efeitos;
- ✓ incentivar a produção e a inovação científico-tecnológico e suas respectivas aplicações no mundo do trabalho;

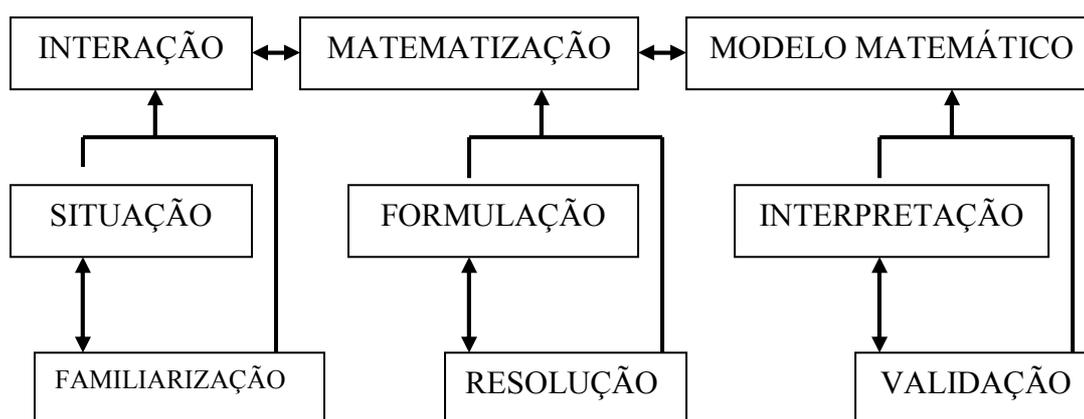
- ✓ desenvolver competências profissionais tecnológicas, gerais e específicas, para a gestão de processos e a produção de bens e serviços;
- ✓ adotar a flexibilidade, a interdisciplinaridade, a contextualização e a atualização permanente dos cursos e seus currículos.

Segundo as exigências apresentadas podemos perceber, a partir do questionamento de como a educação matemática pode contribuir à formação tecnológica, a necessidade de ensinar os alunos a trabalharem, a manipularem dados e transformar estas informações em resultados, em desenvolvimento tecnológico. No entanto ensinar ao educando apenas a manipulação de fórmulas em exercícios desconectados de seu ambiente profissional não proporciona, necessariamente, condições adequadas para o entendimento da matemática como ferramenta em assuntos tecnológicos.

No desenvolvimento deste trabalho apresentamos a Modelagem Matemática como um dos caminhos para o desenvolvimento de uma educação matemática alinhada às necessidades exigidas, pois conjecturamos que o aprendizado das disciplinas de Matemática (Cálculo I, II, Estatística, Matemática Financeira, entre outras) deve contemplar o desenvolvimento da compreensão do processo matemático inserido no contexto tecnológico.

### 3. A Modelagem Matemática como ferramenta na Formação Tecnológica

Para BIEMBENGUT e HEIN [6] Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Modelo matemático, segundo esses autores, é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir um fenômeno em uma questão ou um problema de situação real. Na construção do modelo, o modelador precisa de intuição e criatividade para interpretar o contexto sabendo discernir que conteúdo matemático melhor se adapta, demonstrando senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. Para estes autores a construção de modelos sempre esteve presente na elaboração das teorias científicas e apresentam (figura 1) a Modelagem constituída em três etapas, subdivididas em seis subetapas (Biembengut e Hein, 2007, p.13):



**Figura 1** – Dinâmica da Modelagem Matemática

Um professor da área tecnológica pode apresentar aos alunos determinado problema, retirado de situações reais propostas pela necessidade do mercado industrial, propondo a solução através da Modelagem Matemática. Na etapa da interação é feito o

delineamento da situação a ser estudada e elaborada uma pesquisa a partir de uma bibliografia sobre o assunto ou de modo direto, através de pesquisas de campo e coleta de dados experimentais. Na subdivisão desta etapa o reconhecimento da situação-problema e a familiarização não assumem uma ordem rígida, pois suas definições são elaboradas à medida que acontece a interação com os dados.

Na matematização, etapa subdividida entre a formulação do problema e sua resolução, ocorre o entendimento da situação-problema utilizando a linguagem matemática, através de expressões, fórmulas, equações, gráficos, entre outros recursos. Na etapa de conclusão do modelo matemático ocorre a interpretação, analisando as implicações proporcionadas pelo modelo no problema proposto e a validação que objetiva verificar a adequação e a relevância da solução propostas pelo modelo.

A Modelagem pode ser aplicada em diversos campos de conhecimento utilizando-se dos conceitos matemáticos como o Cálculo Diferencial e Integral mencionada na literatura de FRANCHI [7] e FERRUZZI [2] ou nos conteúdos programáticos de Estatística em JACOBINI [8] empregados em uma determinada área específica. Aplicar estes conceitos em salas de aulas, nas disciplinas consideradas “técnicas”, proporciona ao aluno a integração da matemática em sua formação profissional tecnológica, pois identifica na matemática uma forma de interagir com seu ambiente.

Segundo BEAN [9], para melhor entender o atual papel da Modelagem Matemática na Educação é importante examinar suas raízes nas aplicações de matemática praticadas por matemáticos, engenheiros, biólogos, etc. As situações-problema encontradas na indústria, no setor da saúde e meio ambiente, entre outras exigem que o profissional crie ou, pelo menos, modifique modelos matemáticos com a finalidade de descrever, entender e resolver os problemas enfrentados.

Uma forma de interagir com a realidade profissional dos educandos é diminuir a distância entre o meio acadêmico e o profissional e um dos caminhos é proporcionar a parceria entre ambos. As dificuldades de desenvolvimento tecnológico apresentadas pelas empresas podem ser discutidas dentro do meio acadêmico e os Centros Tecnológicos apresentam um ambiente nos quais estes assuntos podem ser abordados e desenvolvidos. Neste processo a Modelagem possibilita um valioso caminho à discussão e ampliação dos conceitos tecnológicos.

#### **4. A Modelagem Matemática na Parceria Indústria e Centros Tecnológicos**

Bassanezi (2006) comenta que as ciências básicas devem ter o mesmo peso que as tecnológicas, não sendo encaradas como um luxo permitido apenas aos países desenvolvidos, pois cada nação deve formar seus próprios especialistas e não simplesmente importar conhecimentos, programas curriculares e pesquisas estrangeiras. No ensino da Matemática devemos buscar estratégias que facilitem sua compreensão e conseqüentemente sua utilização e a Modelagem Matemática, neste sentido, é um método científico que contribui na preparação do indivíduo para assumir seu papel neste contexto social.

A Modelagem Matemática encontra seu envolvimento no cenário tecnológico através da pesquisa, da investigação de determinado assunto em busca de seu esclarecimento e desenvolvimento. D'AMBRÓSIO [10] define pesquisa como o elo entre a teoria e a prática. Etimologicamente, a palavra pesquisa está ligada à investigação, a busca (= quest), a research (serch = procura), na busca de explicações, dos porquês e como, com foco em uma prática. Este foco permite o pesquisador

encontrar a contextualização de sua ciência, sua disciplina, às necessidades sócias e como este profissional pode contribuir socialmente.

Através do desenvolvimento entre teoria e prática, demonstraremos o trabalho realizado na Faculdade de Tecnologia de São Paulo - FATEC-SP, no curso de Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos - MPCE<sup>1</sup>, na disciplina de Tecnologia do Vácuo sob a orientação do prof. Francisco Tadeu Degasperi, que utiliza a Modelagem Matemática no desenvolvimento dos assuntos discutidos em sala de aula e no Laboratório de Tecnologia do Vácuo - LTV e que abordam algumas necessidades apresentadas pelas indústrias no que se refere ao desenvolvimento da tecnologia no assunto.

Os trabalhos realizados no laboratório têm repercussões tanto na área industrial tecnológica como na área acadêmica. Parte das pesquisas realizadas no LTV tem sido utilizada por empresas que necessitam da tecnologia do vácuo em seus processos, como a Brastemp-Brasmotor, Starret, Phillips, Resil, PV- PrestVácuo, entre outras que utilizam os recursos existentes no laboratório e o corpo técnico formado pelos alunos graduando do curso de MPCE. A Modelagem Matemática está presente em diversos trabalhos que utilizam modelos para explicar alguns fenômenos presentes na tecnologia do vácuo.

Devemos ressaltar a importância do trabalho contextualizado entre o aprendizado dos alunos e as necessidades apresentadas pelas indústrias deste segmento. Esta contextualização proporciona o desenvolvimento de estudos e pesquisas dentro do ambiente acadêmico e os educandos identificam em suas pesquisas, no processo de sua formação, identidade com o mundo real e a possibilidade de interagir com este através do seu aprendizado. Demonstraremos uma pesquisa desenvolvida no LTV que a Modelagem Matemática contribuiu no estudo e na demonstração dos fenômenos físicos aplicados.

O trabalho do aluno Thiago Porfírio Nogueira [11] é voltado à indústria de transformadores e foi financiado pela PV-PrestVácuo Ltda. Sua pesquisa aborda o estudo do fenômeno de transporte de gases e vapores pelos aglomerados formados pela conectividade dos poros do material dos papéis isolantes usados em transformadores elétricos:

*“Este trabalho consiste na modelagem e na medição da taxa de escoamento de um fluido através de um material permeável conhecido. O material utilizado para a retirada de dados é o papel isolante de um transformador de alta tensão (papel “Kraft”). Um fluido é introduzido de forma a “passar” pelo papel por uma diferença de pressão entre as extremidades do sistema, a partir das medidas extraídas dos diferentes pontos do sistema, pode-se verificar a existência de um fenômeno chamado de taxa de percolação. A taxa de percolação é uma função do grau de saturação do meio poroso e da condutividade do fluido, que pode ser entendida como: a habilidade do meio para conduzir fluido em resposta a um gradiente de potencial do aglomerado gerado pelos canais do mesmo.”*  
(Nogueira, 2008, p.3).

Segundo Biembengut e Hein (2007) no que se refere ao processo que envolve a obtenção de um modelo, este momento é definido como a etapa da interação, pois ocorre o reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado.

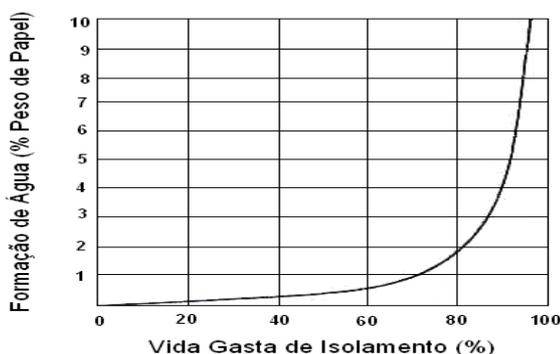
---

<sup>1</sup> O tecnólogo em Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos, está habilitado a desenvolver atividades de controle, qualificação e otimização de processos de fabricação de componentes eletrônicos e dos diversos materiais utilizados. Destacam-se atividades como aperfeiçoar e projetar processos e componentes eletrônicos, realizar caracterizações elétricas e físicas e analisar circuitos com apoio de forte embasamento teórico, aliado às atividades experimentais em laboratórios. O aluno está apto a atuar em indústrias, empresas, universidades e centros de pesquisa, assim como dar continuidade aos estudos em nível de pós-graduação.

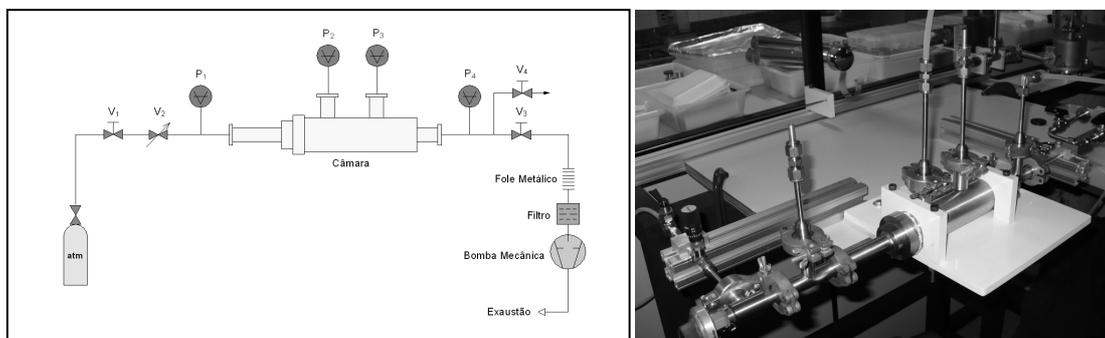
Nogueira apresenta a relevância social de sua pesquisa, pois os transformadores são partes vitais de um grande número de sistemas em hospitais, transportes públicos e grandes indústrias. Falhas em transformadores podem causar danos ambientais, ocasionados por incêndios ou explosão em áreas de subestação e adjacentes. Desta forma, os tratamentos prévios dos componentes do sistema para que a os transformadores possibilitem alto desempenho estão diretamente ligados à qualidade dos seus componentes isolantes, principalmente a do papel de enrolamento.

Através deste estudo, Nogueira constatou que os principais agentes de degradação do papel são o envelhecimento substancial devido ao efeito da temperatura, a oxidação que favorece a difusão do ar no óleo e a umidade, um dos fatores de maior relevância na degradação dos transformadores, aumentando exponencialmente a vida gasta de isolamento, conforme ilustra a figura 2.

Assumindo a umidade como um dos principais inimigos dos transformadores, direciona sua pesquisa ao processo de secagem do papel isolante e na verificação de que fenômeno de transporte de massa este processo acontece, se na *difusão* ou na *percolação*<sup>2</sup>. Para execução da pesquisa foi elaborado um arranjo experimental constituído a partir de um sistema de pré-vácuo, composto basicamente de uma composição de bombeamento (bomba mecânica, filtro e fole metálico), uma câmara de aço inox, um manômetro (medição de pressão) e uma linha composta por válvulas de esferas e agulhas, conforme ilustra a figura 3:



**Figura 2** – Gráfico da relação vida gasta pela formação de água



**Figura 3** – Esquema do sistema de vácuo e foto do Arranjo Experimental

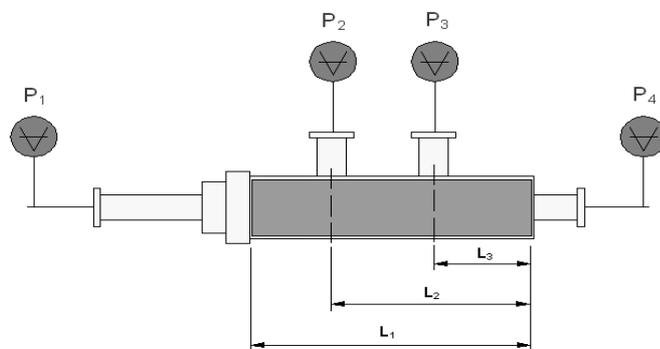
Após as válvulas serem isoladas, a válvula  $V_4$  é aberta para que o ar atmosférico (gás invasor) se expanda pelo sistema. Com o auxílio do manômetro verifica-se a variação da pressão do início (momento em que a válvula  $V_4$  é aberta) do aumento de

<sup>2</sup> A teoria da percolação foi introduzida por Broadbent e Hammersley, nos anos 50, como um modelo matemático de propagação em meios aleatórios. A percolação é um processo similar ao processo de transporte por difusão, representado pelo escoamento de um fluido através de outro fluido, sendo este último o meio difusor. Na percolação o processo de transporte se realiza em presença de um meio estocástico espalhador, como exemplo, um meio poroso onde os vazios estão distribuídos ao acaso. No caso da difusão em geral não há uma nítida distinção entre o fluido que se difunde e o meio difusor.

pressão na câmara até o final da variação (onde a pressão da câmara se iguala com a pressão atmosférica). Verificando o tempo gasto, obtemos valores da pressão em função do tempo ( $P = P(t)$ ).

Considerando que entre os pontos  $P_4$  e  $P_1$  a câmara seja um cilindro, pois o que desejamos obter é o estudo do escoamento do gás invasor através da amostra, temos seu volume ( $V_c = \pi.r^2.h$ ).

A Figura 4 mostra a divisão dos comprimentos do papel “Kraft” em função dos pontos de medida de pressão, onde o ponto de referência  $P_4$  está próximo da válvula de exaustão ( $V_4$ ), portanto o comprimento de papel neste ponto é nulo. Seguindo esse raciocínio, a medida do ponto  $P_4$  até o ponto  $P_1$  é o comprimento total do papel, do ponto  $P_4$  até  $P_2$  a medida com  $2/3$  do comprimento do papel e do ponto  $P_4$  até  $P_1$   $1/3$  do comprimento do papel.



**Figura 4 – Divisão dos Comprimentos (L) do Papel**

Como a altura ( $h$ ) para nosso experimento é igual ao comprimento ( $L$ ), e a seção transversal é constante ao longo desse comprimento, avaliamos a variação de pressão em função do tempo mediante a variação de comprimento do papel ( $\Delta L$ ). Desta forma,  $P = P(t)$ .  $P(\Delta L)$ .

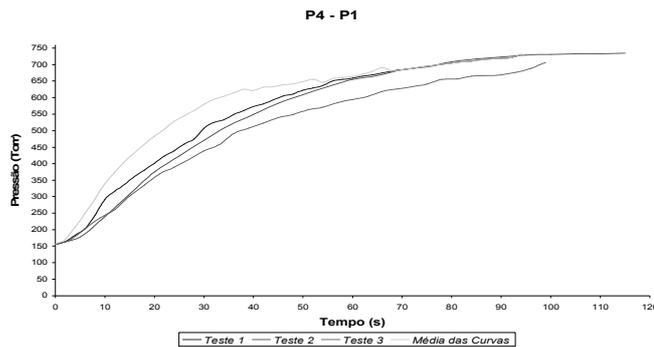
O arranjo experimental é simples, no entanto satisfaz o objetivo de obter dados exploratórios em relação ao fenômeno pesquisado. As medidas foram observadas pelos valores de pressão nos pontos  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  e  $P_4$  com o auxílio do manômetro. Desta forma, foram realizadas três medidas (testes) para cada situação comparando o ponto  $P_4$  com os demais pontos ( $P_4$  em relação à  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ ):

- ✓ Testes 1, 2 e 3 para a situação de  $P_4$  em relação a  $P_1$ ;
- ✓ Testes 4, 5 e 6 para a situação de  $P_4$  em relação a  $P_2$ ;
- ✓ Testes 7, 8 e 9 para a situação de  $P_4$  em relação a  $P_3$ .

Através da leitura de equipamentos específicos da área tecnológica, como o manômetro e o cronômetro, por exemplo, o educando exerce uma leitura matemática de fenômenos físicos, específicos de sua área de estudo, lidando com medidas, comparações e cálculos, modelando o ambiente social, compreendendo e explicando os fenômenos ocorridos na Matemática (D’Ambrósio, 2002).

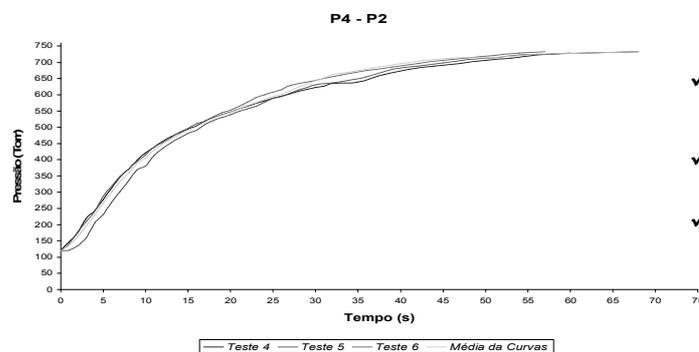
Percebemos nesta fase do processo a etapa da matematização, na qual o aluno descreve as relações através de termos matemáticos, selecionando as variáveis relevantes e as constantes envolvidas. A formulação do problema tem como objetivo principal elaborar um conjunto de expressões aritméticas, fórmulas, gráficos ou outras representações que permitam a dedução de uma solução (Biembengut e Hein, 2007).

A partir dos resultados encontrados podemos obter o valor médio da pressão inicial (pressão no sistema antes da abertura da válvula  $V_4$ ), e as equações do aumento da pressão em função do tempo. Os resultados são apresentados nos gráficos das figuras 5, 6 e 7:



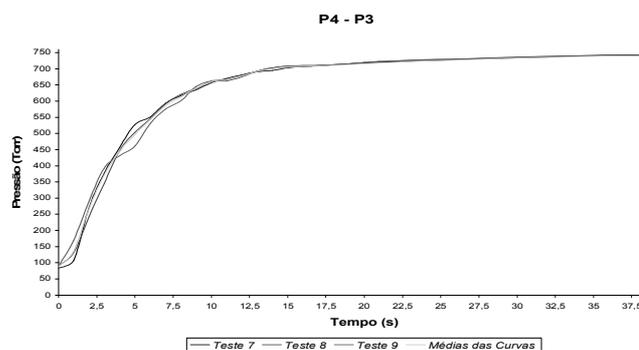
- ✓ Para os Testes 1, 2 e 3:
- ✓  $P_{\text{inicial}} = 156,0 \pm 1,1$  [Torr]
- ✓ Equação:  $P = -0,1t^2 + 14,0t + 156,0$

**Figura 5** – Gráfico do Ponto  $P_4$  em relação à  $P_1$



- ✓ Para os Testes 4, 5 e 6:
- ✓  $P_{\text{inicial}} = 119,4 \pm 2,0$  [Torr]
- ✓ Equação:  $P = -0,2t^2 + 21,0t + 119,4$

**Figura 6** – Gráfico do Ponto  $P_4$  em relação à  $P_2$



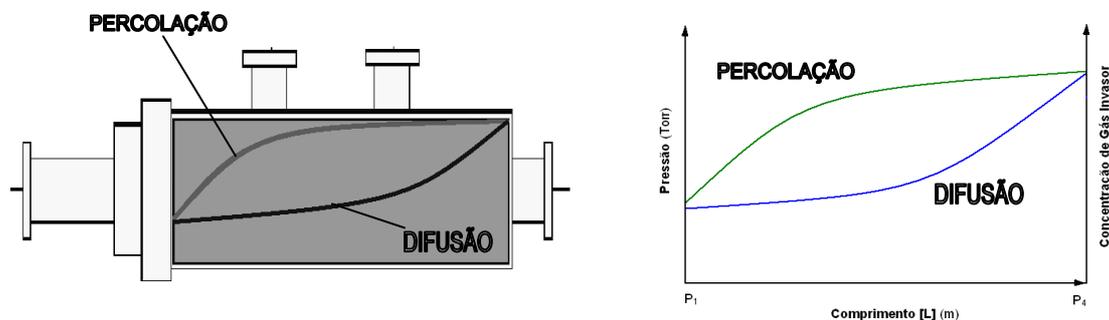
- ✓ Para os Testes 7, 8 e 9:
- ✓  $P_{\text{inicial}} = 87,4 \pm 3,5$  [Torr]
- ✓ Equação:  $P = -0,8t^2 + 42,6t + 87,4$

**Figura 7** – Gráfico do Ponto  $P_4$  em relação à  $P_3$

Comparando as três situações nos diferentes comprimentos de papel podemos analisar o comportamento do escoamento do gás invasor, permitindo identificar se o fenômeno ocorre na difusão ou na percolação.

Biembengut e Hein (2007) referem-se a esta etapa como o processo que envolve a interpretação e da validação de um modelo, pois ocorre a implicação da solução do problema que está sendo investigado e a avaliação da relevância desta investigação. Através da comparação dos resultados obtidos com relação a gráficos sobre literaturas

que apresentam os comportamentos das curvas nos fenômenos de difusão e percolação, o aluno, como conclusão, identifica que os resultados apresentados pelo sistema proposto estão compatíveis aos fundamentos da teoria de percolação, conforme ilustrado na figura 8:



**Figura 8** – Relação entre Percolação e Difusão no Papel Isolante

*“... Levando em consideração a teoria da difusão, as curvas não apresentariam um fluxo de escoamento tão variável com o tempo, ou seja, as curvas experimentais obtidas não são totalmente coerentes com os fundamentos que regem o processo difusivo. Portanto, de posse desses dados e análises e segundo os fundamentos da teoria da Percolação, podemos afirmar que na secagem do papel “Kraft”, utilizando o processo à vácuo, o fenômeno de escoamento de gases residuais se dá preferencialmente pela percolação.” (Nogueira, 2008, p.62)*

Diversos trabalhos como RANGEL [12] e WAKAVAIACHI [13] demonstram a utilização da Modelagem Matemática como ferramenta no desenvolvimento de pesquisa e entendimento dos fenômenos físicos abordados no laboratório. Grande parte das pesquisas e programas computacionais para modelagem e cálculos detalhados em sistemas de vácuo proporcionam um conjunto de ferramentas analíticas, utilizadas pelas empresas que empregam a tecnologia do vácuo em seus processos.

## 5. Considerações Finais

BARBOSA et al. [14] comentam que a Modelagem Matemática está no alicerce do “ler o mundo” e na “construção dialógica, coletiva e crítica” e consideram uma das principais chaves de compreensão da Matemática como atividade humana, necessária e instrumental. A Educação Tecnológica tem a responsabilidade de assumir uma postura que propicie um ensino contextualizado ao universo deste futuro profissional. Neste contexto apresentado pela formação do tecnólogo a Modelagem Matemática propicia possibilidades no desenvolvimento de trabalhos educacionais que proporcionam um ensino mais contextualizado as necessidades exigidas pelo mundo do trabalho, pois o educando não manipula apenas os conteúdos dos assuntos matemáticos, mas identifica o processo de como, através destes conteúdos, consegue interagir em seu ambiente.

D’AMBRÓSIO [15] afirma que a Modelagem Matemática deveria ser amplamente introduzida nos currículos, pois com o acelerado avanço tecnológico a Modelagem se amplia às ciências da cognição e ciências humanas. A Modelagem na perspectiva do que diz respeito à preocupação de conhecer e compreender a realidade dos alunos, sua responsabilidade social e a possibilidade de agir com e sobre esta

realidade, estão alinhadas as necessidades da Educação Matemática diante as exigências atuais do ensino tecnológico.

## Referências

- [1] BASSANEZI, Rodney C. (2006), Ensino Aprendizagem com Modelagem Matemática. 3 ed. São Paulo. Contexto.
- [2] FERRUZZI, E. C. (2003), A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [3] MOREIRA, Décio (2008), Tecnólogo. Que profissional é este? Revista CREA – SP, p. 29-31.
- [4] BRASIL. Resolução MEC parecer CNE/CP 29/2002. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional de Nível Tecnológico. Disponível em: [http://www.fatecsp.br/paginas/jornal/legisla\\_superior\\_parecer277.pdf](http://www.fatecsp.br/paginas/jornal/legisla_superior_parecer277.pdf). acesso em: 02 mar. 2009.
- [5] BRASIL. Resolução MEC CNE/CP 3, de 18 de dezembro de 2002. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Organização e o Funcionamento dos Cursos Superiores de Tecnologia. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/resol\\_cne3.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/resol_cne3.pdf)> acesso em: 02 mar. 2009.
- [6] BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson (2007), Modelagem Matemática no Ensino. 4. ed. São Paulo. Contexto.
- [7] FRANCHI, R. H. O. L. (1993), Modelagem Matemática como estratégia de aprendizagem do Calculo Diferencial Integral nos cursos de Engenharia. 1993. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- [8] JACOBINI, O. R. (1996), A Modelagem Matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro.
- [9] BEAN, D. (2001), O que é modelagem matemática? Educação Matemática em revista. São Paulo: SBEM, ano 8. n.9/10, p.49-57.
- [10] D'AMBRÓSIO, Ubiratan (2003), Educação Matemática: da teoria à prática. 10. ed. Campinas. Papirus.
- [11] NOGUEIRA, Thiago Porfirio (2008), Análise da Taxa de Percolação em Papéis Isolantes Usados em Transformadores Elétricos. Monografia - Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC – SP.
- [12] RANGEL, R. C. (2008), Determinação da Razão de Volumes para o Método de Expansão Estática em Metrologia de Pressão em Vácuo. Monografia - Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC –SP.
- [13] WAKAVAIACHI, S. M. (2008), Resfriamento de Hortaliças a Vácuo. Monografia – Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC –SP.
- [14] BARBOSA, Jonei Cerqueira; CALDEIRA, Ademir Donizeti; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Orgs.) (2007), Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas práticas educacionais – Recife: SBEM.
- [15] D'AMBRÓSIO, U. (1999), Etnomatemática - Dos Fatos Reais à Modelagem. Disponível no site: <<http://vello.sites.uol.com.br/modelos>>. Acesso em: 21 abr 2009