

## ALGUMAS EXPERIMENTAÇÕES METODOLÓGICAS NO ENSINO DO CÁLCULO APLICADO

**Júlio Gomes** – [jgomes@unicenp.edu.br](mailto:jgomes@unicenp.edu.br)

Centro Universitário Positivo - UnicenP, Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300  
81280-330 – Curitiba – PR

**Resumo:** *O presente artigo tem por objetivo descrever duas aulas experimentais realizadas nos cursos de Engenharia do Centro Universitário Positivo (UnicenP) no ensino da disciplina de Cálculo Aplicado. A primeira aula experimental tratou da construção coletiva de um algoritmo para o escalonamento de uma matriz utilizando a chamada técnica de Grupos de Integração Vertical/Horizontal, também conhecida como Painel Integrado. A segunda aula experimental consistiu no estudo e realização de exercícios referentes à introdução ao estudo das equações diferenciais, tendo como inspiração o treinamento em circuito, método utilizado na preparação física de atletas. No presente artigo, procura-se apresentar a motivação e os conceitos teóricos envolvidos na elaboração das aulas. Além disso, procura-se detalhar o processo de implementação das aulas, descrevendo o material utilizado e a dinâmica dentro da sala de aula. Finalmente, são apresentadas algumas impressões do autor sobre a resposta dos alunos em relação às aulas experimentais. É importante frisar que não houve um processo formal de avaliação quantitativa da eficiência das aulas. A resposta dos alunos foi avaliada de modo qualitativo com base em conversas informais durante e após a realização das aulas experimentais.*

**Palavras-chave:** *Aula experimental, Escalonamento de matrizes, Equações diferenciais, Cálculo aplicado.*

### 1 INTRODUÇÃO

O presente artigo tem por objetivo descrever duas aulas experimentais no ensino da disciplina de Cálculo Aplicado para os cursos de Engenharia do Centro Universitário Positivo (UnicenP). A referida disciplina tem uma carga semanal de 6 h/aula, sendo ofertada para alunos do segundo ano dos cursos de Engenharia do UnicenP, abrangendo alguns conteúdos do Cálculo Diferencial e Integral (Séries, Cálculo Vetorial, Integrais Múltiplas e Solução de Equações Diferenciais) e todo o conteúdo do Cálculo Numérico regularmente visto nos cursos de Engenharia.

A primeira aula experimental, descrita no presente artigo, tratou da construção coletiva de um algoritmo para o escalonamento de uma matriz, dentro do tema solução de sistemas de equações lineares. A segunda aula experimental consistiu no estudo e realização de exercícios referentes à introdução ao estudo das equações diferenciais.

No presente artigo, procura-se apresentar a motivação e os conceitos teóricos envolvidos na elaboração das aulas. Além disso, procura-se detalhar o processo de implementação das

aulas, descrevendo o material utilizado e a dinâmica dentro da sala de aula. Finalmente, são apresentadas algumas impressões do autor sobre a resposta dos alunos em relação às aulas experimentais. É importante frisar que não houve um processo formal de avaliação quantitativa da eficiência das aulas. A resposta dos alunos foi avaliada de modo qualitativo com base em conversas informais durante e após a realização das aulas.

## **2 AULA EXPERIMENTAL 01-CONSTRUÇÃO COLETIVA DE UM ALGORITMO PARA O ESCALONAMENTO DE UMA MATRIZ**

A disciplina de Cálculo Numérico, dentro da grade curricular dos cursos de Engenharia, constitui uma disciplina bastante interessante quando planejada para, além do ensino dos conteúdos a ela relacionados, contrapor a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e fomentar a implementação computacional dos métodos numéricos estudados, proporcionando ao aluno uma continuidade no aprendizado de programação computacional.

O termo “contrapor” utilizado em relação ao Cálculo Diferencial e Integral tem por objetivo destacar a diferença de enfoque entre o Cálculo Numérico e o Cálculo Diferencial e Integral. O primeiro parte do conceito de “infinitesimal” e caminha para o conceito de “finito”, enquanto o segundo percorre exatamente o caminho inverso. Além disso, de modo simples, enquanto o primeiro fornece soluções aproximadas para um problema, o segundo busca, via de regra, soluções exatas.

A explicitação e o reforço desta diferença de enfoque permite ao aluno um entendimento melhor das duas disciplinas, já que a base do conhecimento passa a ser formada pelo conhecimento dos conceitos específicos a cada uma delas e por essa comparação dos diferentes enfoques.

A solução de sistemas de equações lineares constitui um dos tópicos abordados dentro do Cálculo Numérico e o escalonamento de matrizes representa um procedimento básico dos métodos diretos empregados na solução dos referidos sistemas. Além disso, o escalonamento de matrizes constitui também tópico dentro da disciplina de Álgebra Linear e pode ser utilizado na disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores como exemplo de operações com matrizes. Esta característica foi um dos motivos principais para a escolha do escalonamento de matrizes como tema para esta aula experimental 01. Na seqüência, a técnica utilizada na preparação e a posterior implementação da aula são apresentadas de modo resumido.

### **2.1 Grupos de integração vertical/horizontal**

A estratégia utilizada para a preparação da aula foi a técnica de Grupos de Integração Vertical/Horizontal, também chamada de Painel Integrado, cuja descrição pode ser encontrada, por exemplo, em ABREU e MASETTO (1990).

A técnica de Grupos de Integração Vertical/Horizontal é composta basicamente de dois momentos distintos. No primeiro momento, a classe é dividida em pequenos grupos, cada qual desenvolvendo uma atividade diferente. Em um segundo momento, novos grupos são formados, sendo que necessariamente cada um dos novos grupos deve conter pelo menos um elemento de cada um dos grupos iniciais. Neste segundo momento, existe uma síntese das atividades realizadas por cada um dos grupos iniciais, permitindo aos alunos pertencentes aos novos grupos uma visão do conjunto das atividades desenvolvidas.

A referida técnica exige o estabelecimento de algum procedimento para a formação dos grupos iniciais e para a redistribuição dos alunos nos grupos novos. A formação dos grupos iniciais, representada pela definição do número de grupos e do número de alunos em cada um dos grupos, deve necessariamente considerar o número de alunos em sala de aula, como

discutido a seguir. Já em relação à redistribuição dos alunos nos novos grupos, o procedimento mais simples é numerar os alunos em cada um dos grupos iniciais e depois solicitar que os novos grupos sejam formados pelos alunos com o mesmo número atribuído pelo professor. A Figura 1 ilustra este procedimento para uma turma de 16 alunos dividida em quatro grupos com quatro alunos.

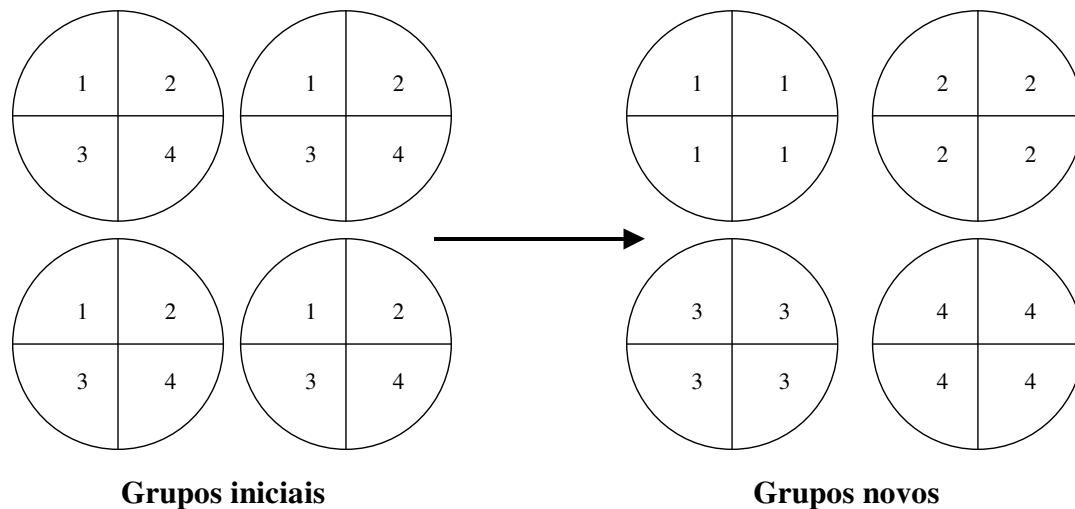


Figura 1 Procedimento para distribuição dos alunos dentro da técnica de Grupos de Integração Vertical/Horizontal

Verifica-se, a partir da Figura 1, que este procedimento simples de formação dos grupos iniciais e numeração dos alunos nos grupos é aplicável a turmas cujo número de alunos constitua um quadrado perfeito. No entanto, uma pequena variação deste procedimento pode ser aplicada para turmas com qualquer número de alunos, como sugerido a seguir.

Seja, por hipótese, uma turma com  $m$  alunos e seja  $n_g$ , o maior inteiro menor que a raiz quadrada de  $m$  (número de alunos). A partir destas hipóteses, tem-se inicialmente a formação de  $n_g$  grupos com  $n_g$  alunos. Os  $(m - n_g \times n_g)$  alunos restantes são distribuídos um a um para cada um dos  $n_g$  grupos até que todos os alunos tenham sido designados para um dos grupos. Por exemplo, para uma turma com 19 alunos, o número de grupos seria quatro, sendo que três grupos teriam cinco alunos e o quarto grupo teria quatro alunos, como mostrado na Figura 2.

A sugestão acima se refere à definição do número de grupos e do número de alunos por grupo. Já em relação à redistribuição dos alunos nos novos grupos, a Figura 2 sugere também um procedimento simples, exemplificado para uma turma de 19 alunos, e que pode ser adotado independentemente do número de grupos e do número de alunos por grupo.

## 2.2 Implementação da aula experimental 01

No caso do escalonamento de matrizes, a terminologia aqui utilizada seguiu o apresentado em RUGGIERO e LOPES (1996) na descrição do método de eliminação de Gauss, dentro do capítulo de resolução de sistemas lineares. Na referida abordagem, a eliminação é efetuada por colunas da matriz e denomina-se de estágio  $k$  do processo de escalonamento a fase em que se elimina a variável  $x_k$  das equações  $k+1, k+2, \dots, n$ , sendo  $n$  a ordem da matriz.

Anteriormente a esta aula experimental 01, foi realizada uma aula introdutória sobre sistemas de equações lineares, onde foram apresentados os conceitos de sistemas de equações

lineares e de métodos diretos e iterativos de solução de sistemas de equações. Além disso, apresentou-se o método de eliminação de Gauss, procurando-se enfatizar que o método pode ser entendido como sendo composto por dois procedimentos básicos: o escalonamento e a retrosubstituição. Esta aula introdutória foi finalizada com a resolução de um sistema de equações no quadro negro com o objetivo de apresentar a terminologia usada em RUGGIERO e LOPES (1996).

A aula experimental propriamente dita foi iniciada com a divisão dos alunos em grupos, conforme o número de alunos, seguindo procedimento descrito no item anterior. Em um processo de leitura silenciosa, os grupos revisaram a aula introdutória anterior e receberam uma questão para ser analisada e respondida pelo grupo. Durante este período de tempo, o professor deve percorrer os grupos e numerar cada um dos componentes para posterior redistribuição dos alunos.

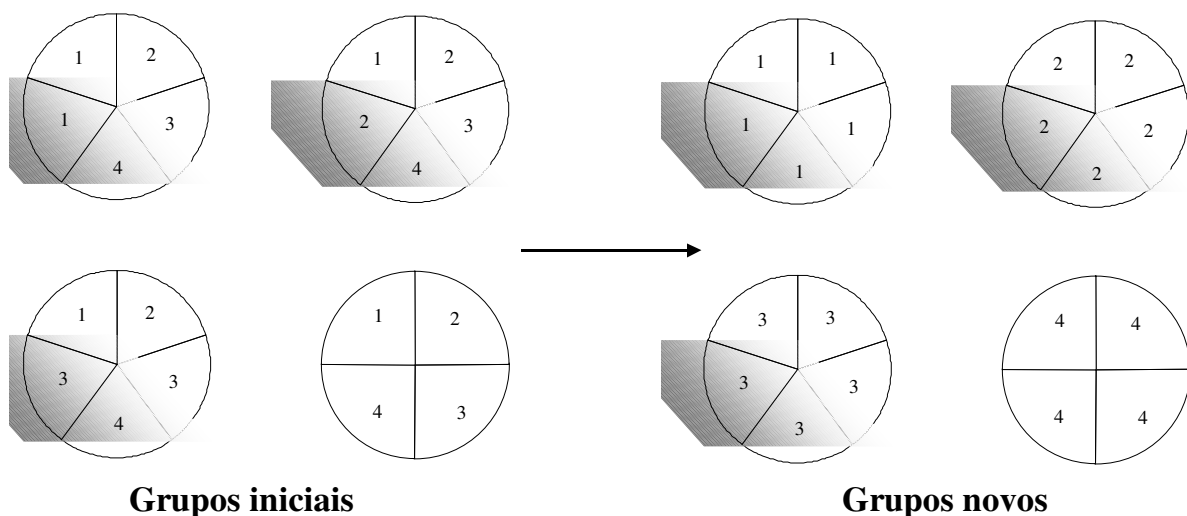


Figura 2 Variação do procedimento para distribuição dos alunos dentro da técnica de Grupos de Integração Vertical/Horizontal

A experiência mostra que, neste primeiro momento, os grupos tendem a ser organizados seguindo as afinidades, ou seja, formando as populares “panelas”. Já no segundo momento, os grupos são formados pela numeração sugerida pelo professor. É importante destacar que este procedimento faz com que, em certos casos, alguns alunos trabalhem juntos pela primeira vez ao longo do curso, favorecendo uma maior integração da turma.

Do ponto de vista da reação dos alunos, é interessante que não fique explícito que haverá posteriormente uma redistribuição das equipes. Ainda em relação ao trabalho dos grupos iniciais, é importante que o professor percorra cada um dos grupos e certifique-se que todos os grupos chegaram nas respostas corretas e, principalmente, que todos os elementos de cada um dos grupos tenha realmente compreendido e anotado a resposta da questão do seu grupo.

No caso específico do escalonamento de uma matriz, considerando-se uma turma composta de seis grupos, as seis questões foram assim definidas:

Grupo 1 - Quantos estágios são necessários para escalonar uma matriz de coeficientes  $A$  de ordem  $n$ ?

Grupo 2 - Qual o pivô de um estágio  $k$ ? Qual a linha base (linha fixa) de um estágio  $k$ ?

Grupo 3 – Na realização de um estágio  $k$ , quais serão as linhas a serem modificadas? Qual o multiplicador que transforma uma linha  $i$  qualquer em um dado estágio  $k$ ?

Grupo 4 – Na realização de um estágio  $k$ , quais serão as colunas a serem modificadas?

Grupo 5 – Na realização de um estágio  $k$ , qual será a equação de transformação de uma linha  $i$  qualquer?

Grupo 6 – Na realização de um estágio  $k$ , qual será a equação de transformação de um elemento  $a_{ij}$  qualquer (elemento pertencente à linha  $i$  e à coluna  $j$ )?

Após a resposta dos grupos iniciais a estas questões, os novos grupos foram formados obedecendo à numeração sugerida pelo professor. Com a redistribuição dos grupos, cada um dos grupos passou a contar com as respostas corretas de todas as perguntas fornecidas inicialmente e que servem de base para a construção do algoritmo de escalonamento da matriz. A aula pode ser finalizada com a apresentação, por parte de cada um dos grupos, do algoritmo estabelecido com discussões sobre eventuais diferenças entre eles.

O professor pode aproveitar este momento final da aula para comentar alguns aspectos não considerados na discussão e no estabelecimento do algoritmo e que serão discutidos em aulas posteriores, como, por exemplo, quando o elemento da diagonal principal (pivô) é nulo, fazendo, deste modo, uma menção inicial às estratégias de pivoteamento, assunto a ser discutido em aula futura.

### **3 AULA EXPERIMENTAL 02 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS**

A necessidade do estudo das equações diferenciais, dentro do currículo dos cursos de Engenharia, é facilmente justificada. Pode-se citar, por exemplo, BOYCE e DiPRIMA (2002) que destacam que a importância das equações diferenciais está no fato de que mesmo as equações mais simples correspondem a modelos físicos úteis, como o decaimento de substâncias radioativas, o comportamento de sistemas de massas e molas e o comportamento de circuitos elétricos. Além disso, conceitos fundamentais, como conservação de massa, conservação da quantidade de movimento e conservação de energia, também podem ser expressos através do uso de equações diferenciais.

A seqüência habitual do estudo das equações diferenciais se inicia com uma discussão sobre conceitos básicos, como definição e classificação das equações diferenciais. Logo após, são estudadas as soluções de equações diferenciais de primeira ordem do tipo separáveis, homogêneas e exatas, bem como, a solução de equações diferenciais lineares de primeira ordem pelo uso de fatores de integração (ou fatores integrantes). Existem vários textos utilizados nos cursos de Engenharia e que podem servir de consulta para o entendimento dos termos usados neste parágrafo.

Em geral, o próximo passo é o estudo das equações diferenciais de segunda ordem. Contudo, antes do início do estudo das referidas equações, é interessante a realização de uma aula de exercícios, onde o conteúdo visto anteriormente pode ser trabalhado e melhor entendido. Neste momento, conceitos como ordinária, parcial, linear, não linear e ordem da equação diferencial começam a ser confundidos pelos alunos.

O problema mais comum em relação às aulas de exercícios expositivas é a postura passiva de parte dos alunos que se limitam a copiar a resolução apresentada no quadro negro pelo professor. Dentro deste contexto, imaginou-se uma aula que pudesse ser dinâmica no seu contexto geral e que todo o conteúdo do estudo de equações diferenciais, visto até aquele momento, pudesse ser revisado. Na seqüência, a técnica utilizada na preparação e a posterior implementação da aula são apresentadas de modo resumido.

### 3.1 Treinamento em circuito

A aula experimental 02 foi idealizada tendo por base o conceito de treinamento em circuito, método utilizado na preparação física de atletas e bastante popular em clubes e academias. Segundo em TUBINO (1993), o treinamento em circuito é o meio de preparação física realizado, na sua origem, em forma de círculo, e que consta de passagens dos atletas por estações (oficinas) nas quais são executados exercícios (com ou sem material) de efeitos distintos.

É importante destacar que o conceito de treinamento em circuito foi utilizado principalmente no sentido de conferir um caráter mais dinâmico à aula. A característica básica do treinamento em circuito, que é o uso de estações, foi mantida na elaboração da aula experimental 02 através da divisão do conteúdo abordado até a referida aula em estações que deveriam ser percorridas pelos alunos ao longo da aula.

No treinamento em circuito originalmente proposto, a mudança de estação é feita, em geral, após um determinado período de tempo. Já, no caso da aula experimental, a mudança de estação acontecia quando o aluno satisfazia um determinado critério de avanço, a ser discutido no próximo item. Deste modo, o aluno se torna quase que integralmente responsável pelo estudo e aprendizado durante a aula. Outro aspecto interessante da adoção do treinamento em circuito é a ocorrência da movimentação física dos alunos nos momentos de avanço nas estações.

### 3.1 Implementação da aula experimental 02

A sala de aula foi dividida em duas metades, sendo que, em uma das metades, estavam localizadas cinco estações de “trabalho” e, na outra metade, cinco estações de recuperação de conteúdo. A Figura 3 apresenta um croqui da disposição das estações na sala de aula, bem como, uma representação esquemática da movimentação dos alunos entre as estações.

Cada uma das cinco estações de “trabalho” exigia do aluno a resposta/resolução de um questionário/exercício, apresentados nos Quadros 1 a 5. O objetivo principal era o aluno entrar no circuito pela estação 01 e sair do circuito pela estação 05, passando por todas as estações intermediárias seqüencialmente. Portanto, não era propriamente um circuito, mas a terminologia foi mantida. As estações de recuperação de conteúdo poderiam ou não ser visitadas pelo aluno em função do seu desempenho nas estações de “trabalho”, como descrito a seguir.

Cada uma das estações de recuperação de conteúdo apresentava um texto sobre o assunto avaliado na estação de “trabalho” correspondente dentro do circuito. Por exemplo, a estação 03 que trata da solução de equações diferenciais de primeira ordem separáveis tinha em correspondência uma estação de recuperação de conteúdo com um texto de apoio contendo definições básicas, método de solução e exemplo de solução das referidas equações.

A dinâmica da aula consistiu em distribuir números para os alunos para definir a ordem de entrada na estação 01 do circuito. O avanço de uma estação para a estação subsequente ocorria se o aluno satisfizesse os critérios de avanço estabelecidos para cada uma das estações, e que são apresentados no Quadro 6.

Caso o aluno não satisfizesse o referido critério, ele era retirado do circuito e encaminhado para a estação de recuperação de conteúdo referente à estação na qual ele não satisfiz o critério de avanço. Por exemplo, se o aluno não satisfizesse os critérios de avanço da estação 02 para a estação 03, ele iria para uma estação de recuperação de conteúdo referente à estação 02 e depois retornaria ao circuito novamente na estação 02.

Após o estudo na estação de recuperação de conteúdo, como já mencionado, o aluno retornava ao circuito na mesma estação onde ele teve seu avanço barrado e tentava refazer o questionário/exercício. Caso não satisfizesse novamente o critério de avanço, o aluno era excluído do circuito e recebia uma lista de exercícios para ser entregue na próxima aula. Os exercícios a serem feitos pelo aluno compreendiam os exercícios desde a estação em que foi excluído até a estação 05 (última estação). Adicionalmente, estabeleceu-se como regra que os alunos faltantes seriam considerados como excluídos na estação 01 e deveriam fazer os exercícios referentes a todas as estações que compunham o circuito.

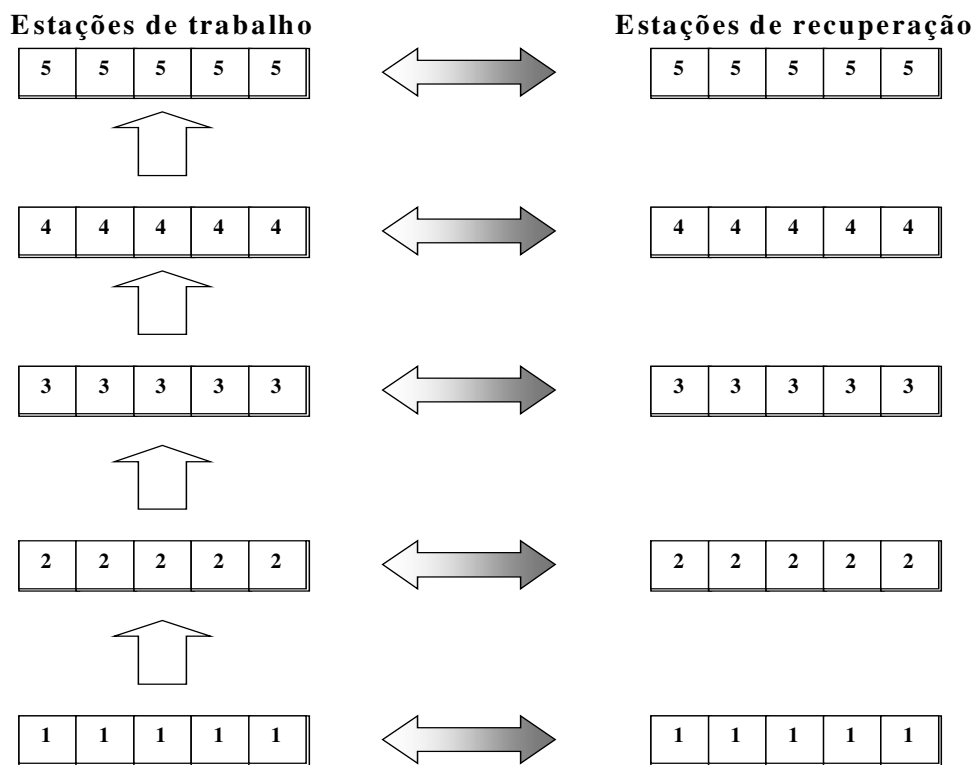


Figura 3 Disposição física das estações de trabalho e de recuperação de conteúdo

Em razão da sistemática idealizada para a aula experimental 02, houve a necessidade da utilização de três ou quatro alunos como monitores. A função básica era avaliar o trabalho de cada um dos alunos em uma determinada estação, seguindo um gabarito fornecido pelo professor. A regra para a escolha destes alunos fica totalmente a critério do professor. Podem ser alunos com um bom desempenho ou mesmo alunos cujo desempenho não seja muito bom, inclusive aqueles de comportamento não muito adequado durante as aulas. É interessante como a demonstração de confiança, representada pela atribuição de responsabilidade por parte do professor, pode induzir a mudanças de comportamento.

O material utilizado para a aula experimental 02 compreendeu:

- Números para distribuir para os alunos (definição da ordem de entrada no circuito);
- Questionários (exercícios) para cada uma das estações;
- Resposta dos questionários (exercícios) de cada uma das estações para os monitores;
- Critérios para avanço em cada uma das estações para os monitores;
- Texto de apoio para as estações de recuperação de conteúdo;
- Folha de controle para registrar a estação em que o aluno foi excluído;
- Lista de exercícios para entregar na próxima aula.

Quadro 1 Questionário/exercício referente à estação 01

**ESTAÇÃO 01 - Classificação de Equações Diferenciais**

Classifique as equações diferenciais em: a) parcial ou ordinária; b) linear ou não-linear e c) quanto à ordem:

1)  $\frac{d^3y}{dx^3} - 5x \frac{dy}{dx} = e^x + 1$

2)  $t \frac{d^2y}{dt^2} + t^2 \frac{dy}{dt} - (\text{sen } t)\sqrt{t} = t^2 - t + 1$

3)  $\frac{d^2x}{dy^2} + y^2 = 1$

4)  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + u \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial y} + u = 0$

5)  $y \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + y \frac{\partial y}{\partial t} - y^2 = xy$

Quadro 2 Questionário/exercício referente à estação 02

**ESTAÇÃO 02 - Solução de uma Equação Diferencial**

Dada a equação diferencial, identifique a sua respectiva função-solução.

Equação diferencial

função-solução

(1)  $y' = \text{sen}(x)$

( )  $y = 2e^{-x}$

(2)  $y'' = 0$

( )  $y = -\cos(x)$

(3)  $y'' = e^x$

( )  $y = 2$

(4)  $y'' + 2y' + y = 0$

( )  $y = 2x^2 + 1$

( )  $y = -\cos(x) + 1$

( )  $y = 2x + 2$



Quadro 3 Questionário/exercício referente à estação 03

**ESTAÇÃO 03 - Solução de uma Equação Diferencial de Primeira Ordem Separável**

Determine se as equações a seguir são separáveis

<u>Equação diferencial</u>	<u>É separável ? (S/N)</u>
(1) $y' = xy$	( )
(2) $(xy + x)dx - dy = 0$	( )
(3) $y' = xy + 1$	( )
(4) $2xydx + x^2dy = 0$	( )
02) Resolva a equação diferencial de primeira ordem separável $(x^2 + 1)dx + \frac{1}{y}dy = 0$	

Quadro 4 Questionário/exercício referente à estação 04

**ESTAÇÃO 04 - Solução de uma Equação Diferencial de Primeira Ordem Homogênea**

Determine se as equações a seguir são homogêneas

<u>Equação diferencial</u>	<u>É homogênea ? (S/N)</u>
(1) $y' = \frac{x^2}{y^2}$	( )
(2) $y' = xy$	( )
(3) $y' = \frac{-xy^2}{x^2y + y^2}$	( )
(4) $y' = \frac{xy^2}{x^2y + y^3}$	( )
02) Resolva a equação diferencial de primeira ordem homogênea $y' = \frac{2y + x}{x}$	

Quadro 5 Questionário/exercício referente à estação 05

<b>ESTAÇÃO 05 - Solução de uma Equação Diferencial de Primeira Ordem Exata</b>	
Determine se as equações a seguir são exatas	
<u>Equação diferencial</u>	<u>É exata ? (S/N)</u>
(1) $xy \, dx + y^2 \, dy = 0$	( )
(2) $(xy + x) \, dx - dy = 0$	( )
(3) $2xy \, dx + x^2 \, dy = 0$	( )
(4) $3x^2 y \, dx + (y + x^3) \, dy = 0$	( )
02) Resolva a equação diferencial de primeira ordem exata $y \, dx + x \, dy = 0$	

Quadro 6 Critérios de avanço para as estações do circuito

<b>Estação</b>	<b>Critérios de avanço para a estação subsequente</b>
<b>01</b>	Pode errar <u>no máximo</u> a classificação de <u>uma</u> equação diferencial.
<b>02</b>	Pode errar <u>no máximo</u> a identificação da solução de <u>uma</u> equação diferencial
<b>03</b>	<u>Exercício 01</u> , pode errar <u>no máximo</u> a identificação de <u>uma</u> equação diferencial. <u>Exercício 02</u> . Não pode errar
<b>04</b>	<u>Exercício 01</u> , pode errar <u>no máximo</u> a identificação de uma equação diferencial. <u>Exercício 02</u> . Não pode errar.
<b>05</b>	<u>Exercício 01</u> , pode errar <u>no máximo</u> a identificação de uma equação diferencial. <u>Exercício 02</u> . Não pode errar.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionado anteriormente, não houve um processo formal de avaliação quantitativa da eficiência das aulas. A resposta dos alunos foi avaliada de modo qualitativo com base em conversas informais com alunos durante e após a realização das aulas. De modo geral, o que se verifica é a surpresa dos alunos com a “novidade”. Nas duas aulas experimentais, ocorre uma movimentação física dos alunos durante a aula, o que não é muito freqüente em disciplinas como Cálculo Aplicado, dentro dos cursos de Engenharia. Percebe-se também, por parte do aluno, um reconhecimento do esforço do professor em proporcionar alternativas para as aulas expositivas convencionais.

Em uma análise do conteúdo visto durante as aulas experimentais, pode-se dizer que, na aula experimental 01, a definição do algoritmo de escalonamento pelos alunos é mais demorada do que se o mesmo fosse apresentado de modo convencional pelo professor. Contudo, verifica-se um melhor entendimento dos conceitos envolvidos na elaboração do algoritmo e uma melhor visualização dos conteúdos a serem abordados na seqüência do

estudo de sistemas de equações lineares. De certa forma, os alunos ficam surpresos, ao descobrir por conta própria, que um algoritmo simples de escalonamento de matrizes compreende apenas seis linhas. Já em relação à aula experimental 02, o conteúdo e o número de exercícios resolvidos pelos alunos certamente é maior do que o provavelmente visto em uma aula expositiva convencional.

Do ponto de vista do professor, as duas aulas experimentais exigem um gasto de horas fora da sala de aula relativamente maior do que o necessário para preparar uma aula convencional. Isto ocorre principalmente para a aula experimental 02 em função da elaboração dos materiais a serem distribuídos. Contudo, elas proporcionam ao professor experimentar também uma dinâmica de aula diferente em relação à aula expositiva convencional, bem como, um modo diferente de interação com os alunos. Um efeito secundário da realização destes tipos de aula experimental é o aumento da confiança do professor no tocante ao domínio de classe.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. C. de; MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula**. 11. ed. São Paulo: Mg Ed. Associados, 1997. 130 p.

BOYCE, W. E.; DiPRIMA, R. C. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 416 p.

RUGGIERO, M. A. G.; LOPES, V. L. da R. **Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996. 406 p.

TUBINO, M. J. G. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. 11. ed. São Paulo: IBRASA, 1993. 435 p.

## SOME METHODOLOGICAL EXPERIMENTS IN APPLIED CALCULUS TEACHING

**Abstract:** *This paper describes two experimental classes carried on Applied Calculus courses in the Engineering programs offered by the Positivo University Center (UnicenP). The first experimental lesson dealt with the collective construction of an algorithm for matrix scaling, using a classroom technique named Horizontal and Vertical Integration Groups, also known as Integrated Panel. The second experimental lesson dealt with the study and resolution of exercises related to the introduction to the study of differential equations, and it was based on the circuit training method, which is used to the physical preparation of athletes. It is also presented the motivation and the theoretical concepts used to the classes planning. Moreover, some details about the implementation of the classes are described, such as the required material and the dynamics during the class. Finally, some impressions of the author about the reaction of the students to the experimental lessons are presented. It is important to emphasize that it was not used a formal process of quantitative evaluation of the lessons efficiency. The reply of the students was evaluated in a qualitative way on the basis of informal conversations during and after the experimental classes.*

**Key-words:** *Experimental class, Matrix scaling, Differential equations, Applied Calculus.*