



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**

**ANAIS**

**SEMANA DE EXATAS**



**IV SEMANA DE FÍSICA  
VII SEMANA DE MATEMÁTICA**

**01 A 05/10/2007**

**UNIR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONIA**  
**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**CAMPUS DE JI-PARANÁ**

**SEMANA DE EXATAS**  
**IV SEMANA DE FÍSICA**  
**VII SEMANA DE MATEMÁTICA**

**ANAIS 2007**  
**ISBN 978-85-7764-022-5**  
**EDUFRO**

**JOSÉ JANUÁRIO DO AMARAL**  
**Reitor**

**EDGAR MARTINEZ MARMOLEJO**  
**Diretor do Campus**

**LAUDILENI OLENKA**  
**Coordenadora do Evento**

**LENILSON SERGIO CANDIDO**  
**Coordenador do Evento**

## SUMÁRIO

Apresentação	4
--------------	---

### **PALESTRAS**

<i>Mapa conceitual e animação interativa num ambiente multimídia</i>	6
<i>Investigações matemáticas</i>	7
<i>Aplicação do modelo sib2 na estimativa dos fluxos de gás carbônico, vapor de água e energia em áreas de floresta e pastagem da Amazônia.</i>	8

### **OFICINAS**

<i>Tecnologia da comunicação e informação no ensino de física</i>	10
<i>Modelagem matemática no ensino fundamental</i>	11
<i>Modelagem matemática através de experimentos</i>	18

### **MINI CURSOS**

<i>Uma diferente abordagem para a descrição do movimento</i>	20
<i>Introdução ao Corel Draw</i>	21
<i>Adobe Photoshop</i>	22
<i>Introdução ao GNU Linux</i>	23
<i>Iniciação ao jogo de xadrez</i>	25
<i>Discutindo resolução de problemas nas 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> séries do ensino fundamental</i>	26

### **PÔSTERES**

<i>Perfil dos acadêmicos do curso de matemática da unir campus de ji-paraná</i>	28
<i>Técnicas fototérmicas</i>	30

## **ARTIGOS**

<i>Um breve estudo da vazão do rio machado em Ji-Paraná/RO</i>	32
<i>Efeitos de não-linearidade na física clássica</i>	41
<i>Avaliação da degradação de componentes volatéis derivados de petróleo por consórcios de microorganismos de Rondônia</i>	49
<i>Efeito das queimadas em períodos de baixa umidade do ar no estado de Rondônia</i>	58
<i>Estatística: de uma simples técnica de contagem nos primórdios das civilizações antigas a um mecanismo imprescindível para a sociedade moderna</i>	64
<i>Estudo químico da <i>Cipura Paludosa</i> Aubl.(iridaceae)</i>	76
<i>História e desenvolvimento da geometria</i>	88
<i>Linguagem, metacognição e aprendizagem da matemática</i>	101
<i>Otimização de metodologia para quantificação por SIMPLS de compostos em misturas complexas utilizando a gasolina como matriz através de cromatogramas de cg-dic com intensa sobreposição de picos</i>	109
<i>Repensar a formação de licenciatura plena em matemática é pensar um docente competente</i>	117

## **RESENHAS**

<i>O “mundo-real” e o dia-a-dia no ensino de matemática</i>	127
<i>A atitude no ensino da física</i>	129
<i>Educação matemática, inteligência e afetividade</i>	131
<i>Algumas concepções sobre o ensino-aprendizagem de matemática</i>	133
<i>Equação do 2º grau: uma abordagem histórica.</i>	135
<i>Eletromagnetismo: interações hiperfinas</i>	138
<i>Desafios da educação matemática no novo milênio</i>	140

## APRESENTAÇÃO

Neste ano de 2007 realiza-se a Semana de Exatas - IV Semana de Física e VII Semana da Matemática. O evento, que acontece todos os anos no *Campus* de Ji-Paraná, tem o objetivo de aperfeiçoar as bases científicas dos alunos do Ensino Médio e de graduação em Física, Matemática, Pedagogia e Engenharia Ambiental de nosso Campus bem como de outros acadêmicos da região, através de palestras, painéis, oficinas e mini-cursos.

A Semana de exatas também vem atuar como curso de formação continuada para os professores da educação básica.

Pretende-se também implementar a troca de experiências entre alunos da nossa universidade com a comunidade rondoniense permitindo ainda uma maior interação entre a comunidade estudantil e de professores com pesquisadores de várias partes do Brasil. Os pesquisadores convidados terão também uma grande oportunidade de conhecer a nossa região e o que está sendo realizado nas áreas de ensino de física e matemática na nossa Universidade.

Prof. Lenilson Sergio Candido  
Coordenador  
Departamento de Matemática

Prof<sup>a</sup> Laudileni Olenka  
Coordenadora  
Departamento de Física



## ***PALESTRAS***

## MAPA CONCEITUAL E ANIMAÇÃO INTERATIVA NUM AMBIENTE MULTIMÍDIA

Romero TAVARES<sup>1</sup>

Os ambientes multimídia podem propiciar situações que facilitam a construção de significados na medida em que oferecem ao aprendiz ferramentas poderosas, as quais ele pode utilizar numa atividade individual ou colaborativa. O uso integrado de mapa conceitual, animação interativa e texto conceitual oferece ao aluno um contato especial com determinado conteúdo, onde cada uma dessas possibilidades pedagógicas apresentará uma nuance peculiar desse conteúdo, própria dessa forma de comunicação. Essa representação múltipla de um conteúdo ainda apresenta a possibilidade de ser veiculada simultaneamente através dos canais visual e verbal em uma codificação dual, e desse modo minimizar o esforço cognitivo a que estará submetido o aluno. Apresentamos um objeto digital de aprendizagem que utiliza essa fundamentação teórica em sua concepção e construção.

---

<sup>1</sup> Doutor em Física – USP/Capital; Professor Associado I do Departamento de Física – UFPB.  
[www.fisica.ufpb.br/~romero](http://www.fisica.ufpb.br/~romero) ; [romero@fisica.ufpb.br](mailto:romero@fisica.ufpb.br)

## INVESTIGAÇÕES MATEMÁTICAS

Marinaldo Felipe da SILVA \*\*

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia de ensino conhecida como investigação matemática, através da motivação de exemplos simples, onde o aluno é objeto de sua própria aprendizagem. Também visa, a princípio, trazer subsídios teóricos sobre uma perspectiva de trabalho em sala de aula que privilegia a realização de investigações matemáticas pelos alunos. Serão abordadas as noções de investigação matemática em sala de aula, aula investigativa, tarefa investigativa e atividade investigativa. Além disso, serão colocados em discussão os papéis de professores e alunos no processo de ensinar e aprender matemática nessa perspectiva. A seguir, os participantes vivenciarão, como alunos, uma aula investigativa. Para isso, será proposta uma tarefa investigativa que explora a temática potência e regularidades.

**Palavras-Chave:** Metodologia do Ensino da Matemática. Investigação Matemática.

---

\*\* Professor do Departamento de Matemática da UNIR – Doutor pela UNICAMP.

# **APLICAÇÃO DO MODELO SiB2 NA ESTIMATIVA DOS FLUXOS DE GÁS CARBÔNICO, VAPOR DE ÁGUA E ENERGIA EM ÁREAS DE FLORESTA E PASTAGEM DA AMAZÔNIA**

Lenilson Sergio CANDIDO<sup>2</sup>

O modelo de biosfera SiB2 (“Simple Biosphere” versão 2.0 – Sellers et al., 1996) é utilizado na estimativa dos fluxos de água, energia e carbono em áreas de pastagem e floresta na Amazônia. Idealizado para fazer uma representação média da vegetação e solo na área associada ao ponto (“Big Leaf”). O modelo assume que todo o dossel da vegetação atua como uma “grande folha”. O SiB2 é desacoplado da componente atmosférica e utiliza como dados de entrada as medidas micrometeorológicas (ex.: radiação solar, temperatura do ar, etc.), obtidas nos sítios de floresta (Rebio Jaru) e pastagem (Fazenda Nossa Senhora), no período de fevereiro de 1999 a dezembro de 2002. Esse simula os processos físicos das trocas de energia, vapor de água e gás carbônico entre superfície e atmosfera. Para isso, foram utilizadas informações (parâmetros) representativos dos aspectos fisiológicos, estruturais, físicos e ópticos da vegetação e do solo da área de estudo. Para a estimativa dos fluxos turbulentos de energia (calor latente e calor sensível), e do fluxo de CO<sub>2</sub>, a partir dos dois ecossistemas, está sendo considerado toda a base de dados do LBA em combinação com outras bases no sentido de preencher falhas. Simulações preliminares foram desenvolvidas com o SiB2, para avaliar o grau de destreza do modelo na representação dos processos de troca, nos ambientes de pastagem e floresta, indicativo do potencial da aplicação de modelos numéricos aos estudos ambientais na Amazônia.. Essa palestra ilustra a aplicação de um modelo de biosfera (SiB2) no estudo relacionado a emissão e absorção de CO<sub>2</sub> pela floresta, e como a sua substituição por pasto alterar esse serviço ambiental.

---

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal de Rondônia, Pesquisador do LBA(Experimento de Grande Escala da Biosfera Atmosfera na Amanzônia) – E-mail: lenilson@unir.br



## ***OFICINAS***

## TECNOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Romero TAVARES<sup>3</sup>

Os seres humanos sempre criaram modelos da realidade que podiam perceber, para desse modo poder interagir com os acontecimentos. As Ciências, de modo geral, também constroem modelos do assunto de interesse, no entanto estabelece regras para a sua aceitação pela comunidade científica. Quando usamos os computadores, podemos construir a evolução do comportamento de um objeto baseado nas equações (ou premissas) que definem o modelo científico que está sendo utilizado. A modelagem pedagógica utiliza os modelos científicos para construir uma realidade virtual. Na tela de um computador podemos representar um objeto com suas formas e cores, mas também podemos representar entidades abstratas, tais como vetores, e analisar a sua evolução temporal. Se pudermos intervir e alterar os parâmetros da exibição de uma modelagem, estamos definindo uma animação interativa. Numa animação interativa o usuário tem o controle para poder modificar e analisar as possíveis configurações do modelo científico em questão. Podemos apresentar o modelo científico através de um mapa conceitual sobre o tema que ele considera. Quando consideramos a apresentação de um assunto utilizando textos qualitativos, uma animação interativa e um mapa conceitual, estamos fazendo uma representação múltipla sobre o tema considerado, através da codificação visual (animação e mapa) e da codificação verbal (textos e mapa). Através dessa codificação dual, uma representação múltipla desse tipo irá minimizar o esforço cognitivo do usuário, visto utilizar das suas potencialidades de apreensão da informação apresentada.

---

<sup>3</sup> Doutor em Física – USP/Capital; Professor Associado I do Departamento de Física – UFPB.  
[www.fisica.ufpb.br/~romero](http://www.fisica.ufpb.br/~romero) ; [romero@fisica.ufpb.br](mailto:romero@fisica.ufpb.br)

## MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

*Maria Salett BIEMBENGUT*

*salett@furb.br*

### **1. Apresentação**

Na vida cotidiana a criança se apercebe do seu meio, capta informações, seleciona e compara as que já conhece, assimila e dá significados aos mais diversos entes que a rodeiam. Interativamente, ela está sempre pesquisando todas as coisas no seu conviver. Sua imaginação perpassa os limites da imagem, levando-a conceber e criar símbolos ou objetos, formar conceitos, dar a forma, a cor, o sentido ao mundo em que vive. Age espontaneamente para ver o que acontece e o que, sobremaneira, contribui para a ampliação de seu conhecimento (Gardner, 1999; Sacks, 1995).

Esse processo complexo próprio da mente humana passa, basicamente, por três estágios, que podem ser assim denominados: *percepção*, *compreensão* e *significação*. Isso significa que a cada *sensação* ou *percepção* que a criança absorve do meio, gera em sua mente imaginação e idéias que a partir da *compreensão* e do *entendimento* que ela tem, pode transformar-se em significado, *modelo* mental e, portanto, conhecimento (Kovacs, 1997; Granger, 1994). Modelos mentais ou representações do mundo em que ela está inserida e que, a cada dia mais, terá capacidade de expressar e produzir, externamente, nas mais diversas formas. Isto significa que a criança cria e recria modelos em sua mente que lhe possa permitir estabelecer formas de ser e agir. (D'Ambrosio, 1986).

Na maior parte dos casos, a criança está inserida no conhecer e no fazer as coisas. Contudo, quando passa a freqüentar a Escola formal, em particular, torna-se 'estudante' do Ensino Fundamental, a preocupação com regras e convenções, e ainda, a adaptação ao ambiente com horários e programas curriculares, não lhe sobra o tempo disponível para estimular seu talento criativo e imaginativo. O ensino de matemática, por exemplo, muitas vezes leva o estudante a responder de certo modo as questões específicas (em geral de aritmética), sem considerar a quantidade de informações que ela já recebe do mundo exterior, tampouco, suas capacidades singulares. Isso contribui para a passividade e inibição do estudante criança na resolução de questões efetivamente significativas. Essa passividade acaba por torna-se obstáculo que a inibe, especialmente, durante a aprendizagem matemática.

Segundo Win Van Doren et all (2004), vários estudos mostram que o estudante, ao longo dos anos do Ensino Fundamental, tende a aplicar de forma superficial as estratégias para resolver problemas, excluindo seu conhecimento do mundo real. Dentre as razões para isso, Bonotto (2004) aponta para fatores textuais relativos aos estereótipos problemas que constam na maioria dos livros didáticos e fatores contextuais associados com práticas, ambientes e expectativas relatadas na cultura de sala de aula que contribuem para esta dissociação entre a matemática escolar e a matemática aplicada as mais diversas situações do dia-a-dia.

Atualmente, na maioria dos países, as reformas curriculares e seus documentos, mais ou menos explicitamente, assumem que uma das mais importantes metas da educação matemática é ajudar estudantes adquirirem habilidade para desenvolver e utilizar modelos matemáticos para dar sentido às situações do dia-a-dia e de complexos sistemas de nossa sociedade moderna.(Blum, 2002). O propósito não é somente motivar estudantes com contextos diários, mas também, criar condições para que eles aprendam a pesquisar e passem a fazer e a compreender o significado do que estão estudando. Isto é, promover aos estudantes conhecimento, criatividade e senso crítico, principalmente, na formulação e na validação do modelo. As pesquisas mostram que a utilização de aplicações e modelagem matemática no Ensino, em qualquer nível de escolaridade, podem facilitar aos estudantes aprendizagem e desenvolvimento de habilidades para fazer uso da matemática fora das aulas de matemática, e ainda, prover motivação para estudos relevantes de matemática. (Palm, 2004; Biembengut, 2004).

Vale afirmar que o conhecimento floresce na medida em que se consegue representar diferentes acontecimentos ou informações percebidas, por meio de símbolos e mensagens. Assim, a modelagem matemática no ensino primário pode contribuir para este ‘florescer’ uma vez que as atividades envolvidas no processo podem levar a criança a entender uma situação ou um contexto e conhecer a linguagem matemática que lhe permita *descrever*, *representar*, *resolver* a situação ou contexto do mundo real e interpretar/validar o resultado dentro desse contexto.

## **2. Procedimentos da modelagem matemática no Ensino Fundamental**

No processo de perceber o contexto real, compreender e explicar através de uma linguagem ou sistemas de símbolos e, a seguir, descrever ou representar externamente, pode-se reconhecer os mesmos processos mentais que se realiza para construir o percebido.

Isto é, ao se fazer um modelo de um fenômeno observado ou utilizar-se de um modelo para compreensão ou resolução de alguma coisa, pode-se identificar as três fases do processo cognitivo: *percepção, compreensão, significação - modelo*.

Por considerar que para resolver problemas requer construir adequada interação entre o 'mundo-real' e a matemática (Blum,2002) e para evitar que os sentidos criativos da criança e dos jovens não se inibam ou obscureçam ao longo de sua trajetória escolar, apropria-se das fases do processo cognitivo para adaptar os procedimentos da modelagem para a aprendizagem matemática no ensino primário.(Palm, 2004; Winter apud Schwarzkopf, 2004). Nesses termos, os procedimentos da modelagem no Ensino Fundamental sintetizam-se em três fases que serão denominadas de *percepção e apreensão, compreensão e explicação e significação e modelação*. Esses procedimentos podem ser adotados em qualquer nível de escolaridade no percurso de qualquer ano letivo, com alguns ou todos tópicos curriculares. No entanto, esses procedimentos podem ser realizados em fases flexíveis em um processo de ir e vir de forma circular.

#### 1ª fase: Percepção e apreensão:

Esta primeira fase visa estimular a percepção e o interesse dos estudantes crianças com entes e artefatos que ilustram o meio. A idéia é promover atividades que as envolvam com a natureza (beleza, encanto, harmonia) e com os demais participantes e símbolos deste contexto que conhecem, e também, aguçar a observação e a atenção delas para as coisas que ainda não tenham se apercebido. Isto significa que este contexto valha como um modelo ou algo que as motivem, em outra instância, a aprenderem matemática (Gravenmejer; Winter apud Schwarzkopf, 2004). É a fase em que os estudantes buscam inteirar-se do contexto em questão e obter o maior número de dados. Embora a percepção não seja a fonte única do conhecimento, sem dúvida, é essencial para a primeira descrição do meio que as cercam, permitindo aos estudantes crianças decodificarem, efetuarem representações, e ainda, lidarem com situações novas, visualizando a ocorrência de fenômenos, julgando e compreendendo algo a este respeito.

#### 2ª Fase: Compreensão e explicação

Nesta fase, procura-se promover atividades que permitam aos estudantes ultrapassar imagens apreendidas, levando-os conceber outras imagens, delinear símbolos, estimulando

a associação de idéias, a compreensão. Consiste em ensinar os estudantes a entender o mundo real no sentido quantitativo e levá-los a representar por meio de símbolos matemáticos os entes ou artefatos que observam e se interessam. Baseadas nas idéias as quais eles já possuem sobre comparação ou medidas, por exemplo, passa-se a ensinar conceitos e símbolos matemáticos que ainda desconhecem.

O importante é que seja em um processo de “ir e vir” entre os entes e artefatos que os rodeiam e que podem manusear ou observar e os símbolos matemáticos. A matemática precisa ser entendida e aprendida como uma outra linguagem, uma outra forma de representar, visualizar, compreender, comunicar (Biembengut and Hein, 2003). Se a matemática for aprendida como linguagem, ou seja, que os entes ou artefatos possam ser descritos em linguagem matemática e vice-versa, os estudantes crianças têm melhores possibilidades de não a rejeitarem, em especial, nas fases posteriores do ensino.

De acordo com o nível de escolaridade das crianças, podem-se propor questões ou atividades que integrem outras áreas do conhecimento (química, biologia, geografia, história). Dessa forma, os estudantes não desvinculam a matemática da realidade e, ainda, facilita a compreensão de um fato não conhecido, por meio de um processo que a assimile ou a reduza a fatos que já são familiares. (Bonotto, 2004).

### 3ª Fase: Significação e modelação

Até esta fase, os estudantes devem ter reconhecido os entes que as rodeiam e os símbolos e conceitos matemáticos agregados, baseados no conhecimento prévio e nas referências que dispunham, e, ainda, as outras referências matemáticas. Conforme Steingbring (1999), os símbolos são necessários no processo do conhecimento, mas, requerem um contexto referente para que esses símbolos sejam compreendidos e interpretados. Tal contexto possibilita operar com símbolos em um caminho significativo. A aprendizagem é um processo circular de construção de relações entre estas componentes funcionais de conhecimento. Construir relações entre símbolos e contexto referente requer a criação de uma subjacente *concepção (matemática)* a qual provem a integração do conhecimento dentro da estrutura teórica (Schwarzkopf, 2004).

Assim, esta 3ª fase, a mais desafiante, consiste em aguçar o senso criativo dos estudantes para resolver questões ou fazer representações de algum ente em termos de um modelo. A meta aqui é que eles sejam encorajados a reorganizar variedades de situações, passíveis de serem traduzidas em linguagem matemática, que lhes permitam inteirar-se da

matemática e das possibilidades em fazer uso desta para aprender mais sobre as complexidades do mundo real fora do contexto escolar.

### **3. Possibilidades da Modelagem e Aplicações tornarem-se prática no Ensino Fundamental**

Entende-se que a proposta, acima descrita, requer do professor do Ensino Fundamental conhecimento das mais diversas áreas que integram o currículo escolar e dos meios que lhe facilite diversos níveis de expressão, sejam lingüísticos, matemáticos, tecnológicos, artísticos e corporais. E ainda, é preciso que este professor sinta-se apto para lidar com situações ou questões estabelecidas pelos estudantes no dia-a-dia da sala de aula e hábil em questioná-los, de forma a permitir que façam elo entre o conhecimento escolar e o extra-escolar. Isso significa que o professor seja capaz de modificar no caminho os objetivos de conteúdos na aula, pois vai conviver com número significativo de estudantes de realidades sócio-culturais distintas e que precisam receber formação geral necessária e suficiente para atuar no meio em que vivem.

Muitos dados empíricos apontam que os cursos de formação de professores em diversos países, apesar das críticas e das reestruturações, não propiciam uma formação consistente e abrangente ao futuro professor, a qual lhe possibilite práticas alternativas em sala de aula de acordo com a realidade sócio-cultural em que atuará. Dessa maneira, a maioria desses cursos continua gerando professores que precisam do 'livro-texto' para darem conta de sua prática educativa, limitando-se à mera transposição de conteúdos. E, quando passa a aplicar alguma metodologia alternativa, é dentro de alguns poucos tópicos e situações especiais, como em atividades extras-classes. Isso se justifica porque não dispôs de vivência suficiente em sua trajetória escolar que lhe proporcione a certeza das possibilidades metodológicas para a aprendizagem dos conteúdos programáticos que o mesmo professor supõe serem essas metodologias imutáveis (Palm, 2004; Biembengut, 2004).

Assim, expor ao professor nova proposta de ensino sem levar em consideração os aspectos relativos ao seu tempo para assimilação dessa proposta, pode ser inócuo ou de efeito transitório. É preciso que se considere o conhecimento, a experiência, as possibilidades e as disponibilidades que o professor possui para, assim, promover nova concepção de ensino e nova postura a ele. Parafraseando Lévy (1998), não basta mais

identificar os problemas e permanecer passivamente nesse processo educacional, é necessário engajar-se ativamente para efetuar as mudanças requeridas.

Os trabalhos experimentais realizados mostram que na medida em que se estimula a curiosidade dos estudantes a compreender o meio em que habitam, a formalizar ou representar diferentes acontecimentos ou informações percebidas e a elaborar categorias próprias como, por exemplo, símbolos e mensagens, a maioria deles exibe avanço gradual em sua habilidade de entender e de responder as atividades propostas. Isso afeta tanto a avaliação do que eles conhecem como do que desconhecem. Assim, os estudantes dotados de sentidos imaginativos aguçados podem se atrever na busca de soluções e podem encontrar meios eficazes para prever o curso dos acontecimentos que têm lugar à sua volta.

Assim, para tornar a modelagem matemática uma prática no Ensino Fundamental será preciso maior empenho dos pesquisadores e dos órgãos educacionais para mudar as concepções, as crenças e as atitudes dos professores dos cursos de formação e dos professores que estão atuando com crianças e jovens. Modificar o entendimento matemático desses profissionais da educação adquirido durante sua trajetória escolar causa um esforço grande para mudar a cultura da sala de aula, da escola como um todo. Um esforço para tirá-los do 'óbvio' e a levá-los a refletir e se dar conta das imensas relações existentes no contexto escolar.

### **Referencias Bibliográficas**

Biembengut, M.S. (2004). Modelagem Matemática & Implicações no Ensino e na Aprendizagem de Matemática. 4ª ed. Edifurb: Blumenau.

Biembengut, M.S., Hein, N, (2007). *Modelagem Matemática no Ensino*. 5ª ed. Contexto: São Paulo.

Blum, W., et al. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education – Discussion document. Educational Studies in Mathematics.

Bonotto, C. (2004). How to replace the Word problem with activities of realistic mathematical modeling. ICMI Study 14: Applications Modelling in Mathematics Education. Study Conference in Dortmund.

D'Ambrosio, U. (1986). *Da Realidade à Ação: reflexões sobre educação e matemática*, São Paulo: Summus.

Gardner, H. (1999). *A Arte, Mente e Cérebro: uma abordagem cognitiva da criatividade*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

- Granger, G. (1994) *A Ciência e as Ciências*. Trad. Leal Ferreira. São Paulo: UNESP.
- Kovacs, Z. L. (1997). *O cérebro e a sua mente: uma introdução à neurociência computacional*. São Paulo: Acadêmica.
- Lévy, P. (1998) *A Inteligência Coletiva – por uma antropologia do ciberespaço*, São Paulo: Loyola.
- Palm, T. (2004). Features and Impact of the Authenticity of Mathematical School Task. ICMI Study 14: Applications Modelling in Mathematics Education. Study Conference in Dortmund.
- Sacks, O. (1995). *Um antropólogo em Marte*. Trad. Bernardo Carvalho. São Paulo: Companhia das Letras.
- Schwarzkopf, R. (2004). Elementary Modelling in Mathematics Lessons: The Interplay between “real-World” Knowledge and “Mathematical Structures”. ICMI Study 14: Applications Modelling in Mathematics Education. Study Conference in Dortmund.
- Steinbring, H. (1999). Mathematical Interaction as an Autopoietic System – Social and Epistemological Interrelations. In: I. Schwank (Ed.), *European Research in Mathematics Education. Proceedings of the First Conference of the European Society for Research in Mathematics Education Vol. 1+2*. Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik Osnabrück.
- Van Dooren, W., De Bock, D., Hessels, An, Janssens and Verschaffel, Lieven (2004). Students’ ubiquitous application of proportionality: Evidence from primary school pupil’s solutions of elementary arithmetic problems”. ICMI Study 14: Applications Modelling in Mathematics Education. Study Conference in Dortmund.

## MODELAGEM MATEMÁTICA ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS

Marinaldo Felipe da SILVA<sup>\*\*</sup>

Ronaldo Chaves CAVALCATI<sup>4</sup>

Nesta oficina serão apresentados alguns experimentos matemáticos com auxílio de alguns materiais concretos, possíveis de se trabalhar na escola pública, contemplando assim, a parcela da sociedade que não tem acesso direto a tecnologias de ponta para construir sua aprendizagem com utilização de tais tecnologias e seus periféricos.

---

<sup>\*\*</sup>Professor do Departamento de Matemática da Unir – Doutor pela UNICAMP.

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Matemática da Unir – Mestre em Matemática -UFPB



## ***MINICURSOS***

## UMA DIFERENTE ABORDAGEM PARA A DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO

Walter TRENNEPOHL Junior<sup>5</sup>

Em geral, os livros universitários abordam a cinemática a partir de um caso particular de movimento (movimento retilíneo) para, em seguida, estenderem os conceitos formulados no caso particular para o caso geral (movimento curvilíneo). Neste mini-curso abordaremos a cinemática fazendo o caminho inverso, isto é, inicialmente descreveremos escalar e vetorialmente o movimento de uma partícula numa trajetória curvilínea para, em seguida, abordar o movimento de uma partícula nos planos cartesiano e osculador. Este tipo de abordagem permite uma compreensão melhor do movimento e da natureza, pois, segundo Galileu, "Ignorato motu, ignoratur natura", isto é, quem não compreende o movimento não compreende a natureza.

---

<sup>5</sup> Professor do Departamento de Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO), e-mail: [wtj1001@yahoo.com.br](mailto:wtj1001@yahoo.com.br)

## INTRODUÇÃO AO COREL DRAW

Vinícius Vieira MARQUES<sup>6</sup>

O CorelDRAW é um programa de desenho vetorial bidimensional para design gráfico pertencente à Corel. É um aplicativo de ilustração vetorial e layout de página que possibilita a criação e a manipulação em vários formatos, como por exemplo: desenhos artísticos, publicitários, logotipos, capas de revistas, livros, CDs, imagens de objetos para aplicação nas páginas de Internet (botões, ícones, etc) confecção de cartazes, etc. O objetivo desse minicurso é capacitar o aluno no desenvolvimento de trabalhos com computação gráfica, especificamente na criação de logotipos, folders, panfletos, cartões e cartazes, além de discutir acerca das outras áreas de aplicação dos recursos do programa.

---

<sup>6</sup> Acadêmico do 7º período de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO), e-mail: [viniciusvwm@gmail.com](mailto:viniciusvwm@gmail.com)

## ADOBE PHOTOSHOP

Ronaldo MULLER<sup>7</sup>

O objetivo deste minicurso de Adobe Photoshop é apresentar uma breve visualização deste poderoso editor de imagens. Serão mostrados alguns recursos básicos como inserção de filtros, mesclagens de fotos, correções em fotos, personalização do tamanho da imagem, formatos de arquivos de imagens, bem como uma apresentação geral das ferramentas do programa.

---

<sup>7</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO), E-mail: [ronaldo@correios.net.br](mailto:ronaldo@correios.net.br)

## INTRODUÇÃO AO GNU LINUX

Vinicius Vieira MARQUES<sup>8</sup>

Rodrigo Duarte de Oliveira TOLEDO<sup>9</sup>

O Linux foi criado em 1991 por um estudante Finlandês chamado Linus Torvalds. Na época, o mesmo só funcionava em sistemas i386, e era essencialmente um clone do kernel do UNIX criado independentemente, que pretendia tirar vantagem da recém-criada arquitetura i386. Hoje em dia, graças a uma quantidade substancial de esforço de desenvolvimento de pessoas de todo o mundo, o Linux roda em praticamente qualquer arquitetura moderna. O kernel do Linux ganhou uma importância ideológica além da tecnológica. Existe toda uma comunidade de pessoas que acreditam no ideal de software livre e passam seu tempo ajudando a fazer a tecnologia de código aberto tão boa quanto possível. Pessoas desta comunidade deram suas ajudas a iniciativas como o Ubuntu, Projeto Fedora, Kurumin, comitês de padronização que modelam o desenvolvimento da internet, organizações como a Fundação Mozilla, responsável pela criação do Mozilla Firefox, e diversos outros projetos de software dos quais você certamente já se beneficiou no passado. O espírito do código aberto, normalmente atribuído ao Linux, está influenciando desenvolvedores e usuários de software em todo o mundo a criar comunidades com objetivos comuns. O curso tem como objetivo esclarecer como o GNU/Linux funciona, independente de distribuição adotada. Parte do conteúdo apresenta um breve histórico, uma visão inicial do sistema e sua arquitetura modular. Segue-se então descrição de comandos padrões e seus métodos de execução. Permissões de arquivos, redirecionamento, pipe e ambientes gráficos são discutidos e colocados em prática. Por fim, aplicativos variados para GNU/Linux são apresentados e demonstrados, evidenciando a capacidade que o sistema possui de abrigar desde aplicativos corriqueiros de áudio e vídeo até robustos programas servidores. Visa ainda dar uma visão geral das funcionalidades mais básicas do GNU/Linux como política de usuários, tipos de arquivos,

---

<sup>8</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

<sup>9</sup> Idem.

instalações de programas, comandos básicos do shell, etc. Serão apresentadas algumas ferramentas de desktop que permitam ao usuário leigo migrar para o sistema GNU/Linux tranquilamente através de uma interface amigável e sem problemas de compatibilidade.

## INICIAÇÃO AO JOGO DE XADREZ

Reginaldo Felix de SOUZA<sup>10</sup>

Jamis Viana FONSECA<sup>11</sup>

Ana Fanny Benzi de Oliveira BASTOS<sup>12</sup>

O Xadrez é um esporte que tem estreita relação com as ciências exatas, e pode ser utilizado como recurso pedagógico durante as aulas, independentemente de qual seja a disciplina, o xadrez oferece um ambiente ímpar para desenvolvermos nossa criatividade, sendo ainda um excelente meio de recreação e de formação do caráter dos jovens. O principal objetivo deste mini-curso é fornecer uma visão geral sobre os princípios, métodos e estratégias para se jogar o xadrez, possibilitando aos futuros professores novos recursos pedagógicos para que possam utilizar durante suas aulas, pois esse jogo pode ser ensinado para todas as crianças e propiciar o desenvolvimento de várias habilidades como atenção, concentração, julgamento, planejamento, imaginação, antecipação, memória, vontade de vencer, paciência, autocontrole, espírito de decisão e coragem, lógica matemática, raciocínio analítico e sintético, criatividade, inteligência, organização metódica do estudo e o interesse pelas línguas estrangeiras. O mini-curso será ministrado de forma expositiva, dialogada e prática. Inicialmente será feita uma apresentação em *power point* com uma abordagem geral sobre a história desse jogo. Em seguida os alunos formarão duplas, e receberão um tabuleiro com os jogos de peças correspondentes, para que possam se familiarizar com as peças (nomes e movimentos), para posteriormente passar formas e estratégias para se jogar o xadrez.

---

<sup>10</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO), E-mail: [reggiefelx@gmail.com](mailto:reggiefelx@gmail.com)

<sup>11</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO)

<sup>12</sup> Orientadora – Mestre em Educação Matemática e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia – e-mail: [fannybastos@unir.br](mailto:fannybastos@unir.br)

## DISCUTINDO RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS 4ª E 5ª SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Marlos Gomes de ALBUQUERQUE<sup>13</sup>

Este trabalho tem como objetivo discutir técnicas que auxiliem na resolução de problemas nas 4ª e 5ª séries do ensino fundamental. Para tanto, será utilizado o método de Polya, que desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os conhecimentos destes e auxiliando-os por meio de indagações estimulantes. Também serão levados em consideração alguns questionamentos: *Como as crianças aprendem? Todas aprendem ao mesmo tempo? Todas da mesma maneira? Como ensinar para obter um melhor aprendizado?* . Os conteúdos explorados no minicurso serão os mais utilizados no cotidiano do aluno, tais como problemas utilizando calculadora; sistema de medidas; frações, raciocínio lógico; números decimais e divisibilidade. Vale salientar que os alunos devem ser incentivados a utilizar o uso de algoritmos matemáticos para resolver situações-problema sem deixar de organizar suas contas de forma pessoal, haja vista que já trazem procedimentos próprios para resolver problemas, não devendo estes ser descartados. As discussões curriculares pertinentes ao aprendizado de matemática apontam para vários caminhos distintos, porém destacamos um ponto de convergência que tem como foco a resolução de problemas. Através deste, pode-se explorar conceitos, métodos e idéias, ou seja, situações em que o aluno precisa desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-la e não simplesmente se limitar a uma aplicação mecânica. Boa parte de problemas de matemática resolve-se utilizando as operações fundamentais, nesse mini-curso, propõe-se o ensino de tais operações a partir de situações-problema. Portanto, estes serão os pressupostos considerados para execução do mini-curso e lançados como sugestão para os cursistas implementarem em suas salas de aula.

---

<sup>13</sup>. Professor do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia Campus de Ji-Paraná. Mestre pela UFSC. [marlos@unir.br](mailto:marlos@unir.br)



## ***PÔSTERES***

## PERFIL DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE MATEMÁTICA DA UNIR CAMPUS DE JI-PARANÁ

Ana Lourenço Gomes dos SANTOS<sup>13</sup>

Ana Maria Bertasso AMORIM<sup>14</sup>

Rosa Rosenberger BARBOSA<sup>15</sup>

Renata Gonçalves AGUIAR<sup>16</sup>

A Universidade Federal de Rondônia foi criada no ano de 1982 após a criação do Estado de Rondônia e conta atualmente com sete campi, estes localizados nos municípios de Porto Velho, Guajará-Mirim, Ji-Paraná, Cacoal, Rolim de Moura, Vilhena e, por último, Ariquemes, que está em processo de implantação. O Campus de Ji-Paraná, objeto do estudo, atualmente conta com quatro cursos em andamento: Pedagogia, Matemática, Física e Engenharia Ambiental. O curso de Matemática teve início nesse campus em 1992. Com o passar dos anos e o ingresso de novas turmas, foram arquivados em livros de registros dados que possibilitam identificar algumas características dos alunos egressos. O objetivo deste trabalho é verificar se houve alguma mudança no perfil dos alunos que ingressaram nos vestibulares de 1992 a 1999, tendo a última turma encerrado o curso em 2002. As análises realizadas dizem respeito à idade, sexo, região de origem, e proporção de concluintes e desistentes. Observou-se acentuada mudança na média de idade que, em 1992, era de 42 anos, passando a ser de 28 anos, em 1999. Quanto às regiões de procedência, antes era predominantemente da região sudeste, mas nos dois últimos vestibulares, a região norte passou a ter um número expressivo, fato esse explicado pelo processo de colonização do Estado de Rondônia que, com o incentivo do Governo Federal, proporcionou a vinda de migrantes de todas as regiões do Brasil. Entretanto, com o passar

---

<sup>13</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduanda do curso de Licenciatura em Matemática.  
[anamorena.lg@hotmail.com](mailto:anamorena.lg@hotmail.com)

<sup>14</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduanda do curso de Licenciatura em Matemática.  
[amorim.awa@hotmail.com](mailto:amorim.awa@hotmail.com)

<sup>15</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduanda do curso de Licenciatura em Matemática.  
[rosarosenberger@hotmail.com](mailto:rosarosenberger@hotmail.com)

<sup>16</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Professora do Departamento de Engenharia Ambiental.  
[rgaguiar@unir.br](mailto:rgaguiar@unir.br)

do tempo e o nascimento dos filhos desses migrantes, Rondônia começa a despontar. No período estudado, o número de estudantes naturais de Rondônia, no início, correspondia a 15 % e, no último ano analisado, passou a ser de 43 %.

## TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS

Rosana Silveira RESENDE<sup>17</sup>

Laudileni OLENKA<sup>18</sup>

As técnicas fototérmicas reúnem um vasto grupo de métodos experimentais baseados na conversão de energia luminosa em calor. A absorção dessa radiação induz diversos efeitos distintos e cada um deles gera uma ou mais técnicas fototérmicas. Uma das vantagens que caracteriza essas técnicas é o fato de elas permitirem que se trabalhe com materiais vivos. Neste trabalho vamos mostrar as diferentes técnicas fototérmicas, o princípio básico de funcionamento de cada uma, suas aplicações e limitações. A forma de detecção define os diferentes tipos de técnicas, entre as quais se destacam: Espectroscopia Fotoacústica; Detecção Fotopiroelétrica; Detecção Fotopiezoelétrica; Lente Térmica; Efeito Miragem, Interferometria de Ondas Térmicas, etc. A Espectroscopia Fotoacústica é a precursora destas técnicas e foi matematicamente desenvolvida em meados da década de 70, é um método que permite a obtenção de espectros de absorção óptica de sólidos, líquidos e gases com base na detecção de um sinal acústico, que ocorre sempre que a radiação modulada aquece um material, dentro de uma célula fechada a qual se tem um microfone acoplado. É uma técnica versátil, que permite a análise de materiais tanto opticamente opacos quanto transparentes. A luz espalhada pela amostra, que constitui um sério problema nas demais técnicas convencionais de espectroscopia óptica, não provoca nenhum problema relevante para a fotoacústica, uma vez que apenas a luz absorvida pela amostra é convertida no sinal desejado. Além do que, esta técnica, na maioria dos casos, não exige uma preparação rigorosa da amostra, e por ser uma técnica não-destrutiva, permite o acompanhamento da mesma amostra quando submetida a diversos tratamentos químicos, térmicos, físicos, etc. As técnicas fototérmicas vêm se mostrando muito eficientes na investigação de diversos tipos de matérias.

---

<sup>17</sup> Acadêmica do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

<sup>18</sup> Orientadora: Doutora em Física, Professora do curso de Licenciatura em Física e Pesquisadora da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). [laudileni@unir.br](mailto:laudileni@unir.br)



## ***ARTIGOS***

# UM BREVE ESTUDO DA VAZÃO DO RIO MACHADO EM JI-PARANÁ/RO

Farley de Oliveira XAVIER<sup>19</sup>

Thiago E. P. F. NASCIMENTO<sup>20</sup>

Emerson Andrade de SOUZA<sup>21</sup>

Renata Gonçalves AGUIAR<sup>22</sup>

## Resumo

Uma das maneiras de conhecermos o potencial hidráulico de um rio, com o objetivo de otimizar o seu aproveitamento para as mais diversas finalidades, é estudarmos o seu escoamento superficial. E isso pode ser feito analisando apenas aspectos de fácil mensuração, bem como o nível da água e a vazão. Inserido neste contexto, o presente trabalho apresenta um breve estudo da vazão do Rio Machado utilizando dados fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), obtidos a partir de uma estação fluviométrica automatizada, que está localizada na cidade de Ji-Paraná/RO. Um importante resultado deste trabalho foi a obtenção de uma equação que, a partir da qual, é possível se conhecer a vazão do rio utilizando apenas medidas do nível da água (curva-chave). Este trabalho mostra ainda um intervalo do hidrograma desse importante rio, onde é possível observar uma divisão bem definida do ano hidrológico da região e, é possível observar também, as flutuações na variação temporal da vazão que vem ocorrendo nos últimos anos em decorrência das mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Hidrologia. Vazão. Curva-chave.

## Introdução

Tem-se observado nos últimos anos uma crescente preocupação acerca da gestão dos recursos hídricos em todo o mundo em decorrência da real possibilidade de escassez desses recursos em um tempo não muito distante. O Brasil, um dos países com maior potencial

---

<sup>19</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduando em Física e Engenharia Ambiental.  
[foxxavier17@gmail.com](mailto:foxxavier17@gmail.com)

<sup>20</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduando em Engenharia Ambiental.  
[emmanueljipa@gmail.com](mailto:emmanueljipa@gmail.com)

<sup>21</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduado em Pedagogia e graduando em Engenharia Ambiental. [simpaticscarecrow@hotmail.com](mailto:simpaticscarecrow@hotmail.com)

<sup>22</sup> Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Professora do Departamento de Engenharia Ambiental.  
[rgaguiar@unir.br](mailto:rgaguiar@unir.br)

hidráulico, também tem sentido o impacto das atividades antropogênicas principalmente sobre os rios. Isso devido ao desmatamento das matas ciliares, lançamento de efluentes urbanos, queimadas, etc. Observa-se, com isso, a crescente necessidade de estudar o comportamento dos rios ao longo do tempo e a sua reação aos impactos sofridos.

Uma das maneiras de conhecermos a dinâmica dos rios é estudarmos e compreendermos o seu escoamento superficial analisando aspectos de fácil mensuração, bem como o nível da água e a vazão. O escoamento superficial é o seguimento do ciclo hidrológico no qual se estuda o deslocamento das massas d'água na superfície da terra, e a partir deste pode se conhecer a vazão, que é o volume de água escoado por unidade de tempo em uma determinada seção de um curso d'água (PINTO et al., 1973).

O ciclo hidrológico pode ser relacionado ao movimento da água entre as partes integrantes de um ecossistema: atmosfera, água superficial e água subterrânea. A mudança da água de um compartimento para o outro se deve a energia proveniente do sol, que controla os processos de evaporação e precipitação. A água que atinge a superfície terrestre está sujeita à interceptação pela vegetação, evaporação, evapotranspiração, infiltração no solo (escoamento subsuperficial) e ao escoamento superficial.

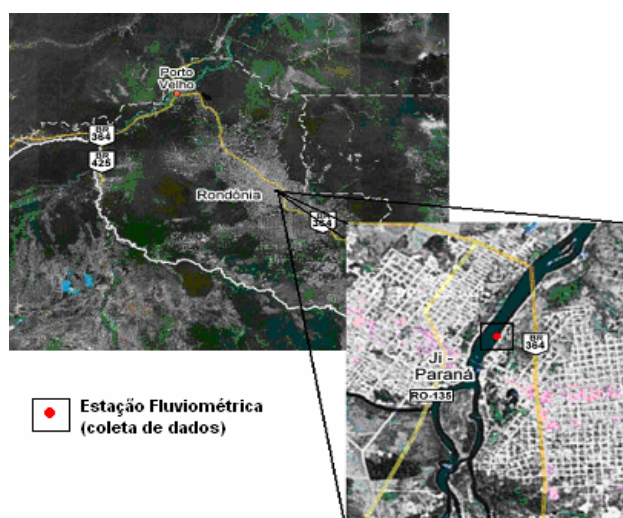
Talvez, das fases básicas do ciclo hidrológico, essa (o escoamento superficial) seja a mais importante para o engenheiro, pois é nela que ocorre o transporte da água na superfície terrestre e a maioria dos estudos hidrológicos está ligado ao seu aproveitamento e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento (VILELLA, 1975).

Por mais que o fenômeno do escoamento dos rios possa parecer suficientemente conhecido, devido à regularidade com que se verifica, basta lembrar os efeitos catastróficos das grandes cheias e estiagem, para constatar o inadequado domínio do homem sobre as leis da natureza que rege esse fenômeno e a necessidade de aprofundar seu conhecimento (PINTO et al., 1973). E uma das maneiras de se estudar para prever e possibilitar uma gestão adequada de um fluxo de água terrestre é conhecendo sua vazão.

Dentro deste contexto, insere-se o presente trabalho, que tem como objetivos: verificar as variações sazonais da vazão ocorridas ao longo de dois anos hidrológicos a partir de dados do nível do rio e de vazão; construir a “curva chave” (possibilita conhecer a vazão do rio a partir de dados da régua). De um modo geral, ampliar os conhecimentos a respeito da vazão do Rio Machado na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. Uma vez que esse rio possui grande importância para a região e estudos a respeito de seu potencial hidráulico são raramente verificados.

## 1. Material e Métodos

A bacia do Machado se localiza no Estado de Rondônia. Esta possui uma área de aproximadamente 75.400 km<sup>2</sup>. O Rio Machado atravessa o estado no sentido sul-norte e é o principal afluente da margem direita do Rio Madeira (Figura 1). A partir dos anos 70, com a intensificação do fluxo migratório para o Estado de Rondônia, esta bacia vem sofrendo grandes desmatamentos. Em 1999, 28% de suas florestas já tinham sido convertidas para pastagens (HANADA, 2004).



**Figura 1.** Localização da área de estudo.

A temperatura média da região é de 25°C, variando de 23,5°C no inverno a 26°C no verão. Esses dados são de um relatório do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) do período de 1961-1990. O trabalho foi conduzido utilizando dados fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), obtidos a partir de uma estação fluviométrica automatizada, que está localizada às margens do Rio Machado, cujas coordenadas são: (10°52'27,24"S; 61°56'7,20" W).

Para alcançar os objetivos propostos, foram analisados os dados de vazão e nível do rio, coletados pela estação fluviométrica de Ji-Paraná a cada hora, do período de 18/09/2005 a 17/09/2007. As análises dos dados foram feitas com o auxílio do software Excel. Os arquivos de dados obtidos a partir do site da ANA (Agência Nacional de Águas) encontravam-se na forma de texto, e para o tratamento destes foi necessária sua conversão para arquivo de dados numéricos.

Devido a prováveis falhas no equipamento e na transmissão de dados, alguns dados não foram registrados. Isso corresponde a aproximadamente 26% do tempo de coleta. Além disso, alguns dados foram excluídos, por apresentarem valores que não correspondem à realidade. Para maior segurança dos resultados obtidos foi aplicado o teste de correlação disponível no *Excel 2003* entre os dados de vazão e nível do rio.

O período de dados analisados corresponde a dois anos hidrológicos. Então para facilitar a análise das freqüências de ocorrência das vazões, a série de medições foi dividida em duas partes, denominadas aqui por ano hidrológico 1 que vai de 18/09/2005 à 17/09/2006 e ano hidrológico 2 que vai de 18/09/2006 à 17/09/2007.

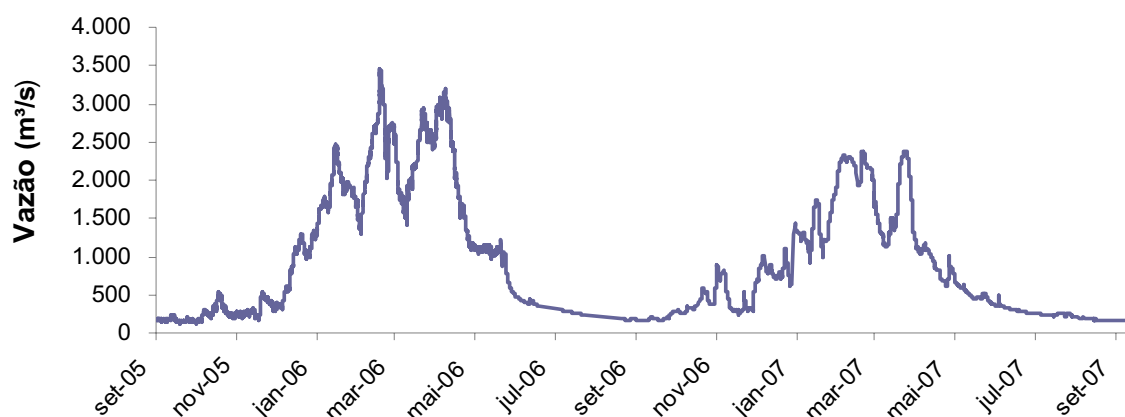
A relação matemática que expressa a vazão do rio como uma função do seu nível de água foi obtida a partir de uma correlação dessas duas variáveis (vazão e nível). Não existem regras fixas para a determinação da função  $Q = f(h)$ . O procedimento neste caso é adaptar a série e dados a uma determinada lei matemática, e não o contrário. As duas equações mais utilizadas para explicar esta relação são a formas exponenciais e polinomiais (TUCCI, 1993).

## **2. Resultados e Discussão**

A partir da análise do hidrograma parcial (dois anos de medições) do Rio Machado (Gráfico 1), foi possível verificar que ocorreu uma grande variabilidade na vazão desse período. No ano hidrológico 1, a amplitude das vazões foi de 3.326 m<sup>3</sup>/s. A vazão mínima registrada, 122,92 m<sup>3</sup>/s ocorreu no dia 21 de setembro de 2005 e a máxima, 3.450 m<sup>3</sup>/s, ocorreu no dia 20 de fevereiro de 2006. A vazão média encontrada para esse intervalo foi de 1.213 m<sup>3</sup>/s, com  $n = 6593$ .

Para ano hidrológico 2, a amplitude das vazões foi de 2.225 m<sup>3</sup>/s. A vazão mínima registrada foi de 155 m<sup>3</sup>/s e ocorreu no dia 21 de setembro de 2007 e a máxima foi de 2.381 m<sup>3</sup>/s e ocorreu no dia 20 de fevereiro de 2007. A vazão média encontrada para esse intervalo foi de 721 m<sup>3</sup>/s, com  $n = 4580$ .

## Hidrograma



**Gráfico 1.** Variação temporal da vazão do Rio Machado no período de setembro de 2005 a abril de 2007.

Comparando as vazões médias, observa-se que no ano hidrológico 2 o volume de água escoado pelo Rio Machado foi bem inferior. Essa quantidade foi calculada utilizando-se a equação que relaciona a vazão e o volume:

$$V = Q \cdot t,$$

onde Q é a vazão e t é o tempo em segundos.

O volume de água escoado pela seção transversal do Rio Machado na altura da estação onde foram feitas as medições foi de  $3,825 \times 10^{10} \text{ m}^3$  para o ano hidrológico 1 e  $2,274 \times 10^{10}$  para o ano hidrológico 2. Isso significa uma redução de  $1,551 \times 10^{10} \text{ m}^3$  no volume de água escoado do ano 1 para o ano 2.

Outro aspecto importante que podemos verificar no hidrograma é a separação do ano hidrológico em dois períodos bem definidos; um período chuvoso que vai de meados setembro a maio e outro seco que vai de junho a meados de setembro. No entanto, no ano de 2005 foi verificado um atraso no início das chuvas em relação ao ano de 2006, pois se observa que as vazões começaram a aumentar a partir do mês de outubro. Já no ano seguinte estes aumentos começaram a ocorrer no início de setembro. Isso sugere um atraso de aproximadamente 30 dias. Podemos perceber ainda, que as maiores vazões ocorreram no período chuvoso de 2005/2006. Importante ressaltar que, o atraso das chuvas e a vazão mínima observada ocorreram no mesmo ano em que houve uma das maiores secas já vistas na região amazônica (ano de 2005).

A frequência de ocorrência das vazões da série de dados do ano hidrológico 1 foi dividida em 17 classes, com um intervalo de vazões de 200 m<sup>3</sup>/s, conforme mostrado na tabela 1. A maior ocorrência de vazões está no intervalo de 100 a 300 m<sup>3</sup>/s, o que pode ser facilmente justificado, pois as vazões deste intervalo ocorrem apenas no período seco, onde o escoamento é proveniente basicamente do lençol freático. Já as vazões máximas são mais instáveis, uma vez que estas se deram apenas 30 vezes no intervalo de 3300 a 3500 m<sup>3</sup>/s. Em concordância com a frequência de ocorrência temos que aproximadamente 60% das vazões estiveram abaixo da média.

No ano hidrológico 2, a ocorrência das vazões registradas foram divididas em 12 classes, com um intervalo de vazões também de 200 m<sup>3</sup>/s, como pode ser visto na tabela 2. A maior ocorrência de vazões também está no intervalo de 100 a 300 m<sup>3</sup>/s, com n = 1425.

As vazões máximas se deram 104 vezes no intervalo de 2300 a 2500 m<sup>3</sup>/s. Nota-se que o número de vazões máximas registradas foi bem maior em relação ao ano anterior, entretanto, ocorreram em um intervalo bem menor. Para esse ano verifica-se que aproximadamente 70% das vazões estiveram abaixo da média.

**Tabela 1.** Distribuição de frequência das vazões do Rio Machado para o ano hidrológico 1.

<b>Classe</b>	<b>Intervalo</b>	<b>F</b>	<b>FR</b>	<b>FP</b>	<b>FA</b>	<b>FRA</b>	<b>FPA</b>
1	100  — 300	1425	0,23	22,77	1425	0,23	22,77
2	300  — 500	836	0,13	13,36	2261	0,36	36,13
3	500  — 700	173	0,03	2,76	2434	0,39	38,89
4	700  — 900	97	0,02	1,55	2531	0,40	40,44
5	900  — 1100	422	0,07	6,74	2953	0,47	47,19
6	1100  — 1300	585	0,09	9,35	3538	0,57	56,54
7	1300  — 1500	178	0,03	2,84	3716	0,59	59,38
8	1500  — 1700	382	0,06	6,10	4098	0,65	65,48
9	1700  — 1900	370	0,06	5,91	4468	0,71	71,40
10	1900  — 2100	369	0,06	5,90	4837	0,77	77,29
11	2100  — 2300	229	0,04	3,66	5066	0,81	80,95
12	2300  — 2500	290	0,05	4,63	5356	0,86	85,59
13	2500  — 2700	409	0,07	6,54	5765	0,92	92,12
14	2700  — 2900	218	0,03	3,48	5983	0,96	95,61
15	2900  — 3100	195	0,03	3,12	6178	0,99	98,72
16	3100  — 3300	50	0,01	0,80	6228	1,00	99,52
17	3300  — 3500	30	0,00	0,48	6258	1	100
<b>Total</b>		6258	1	100	-	-	-

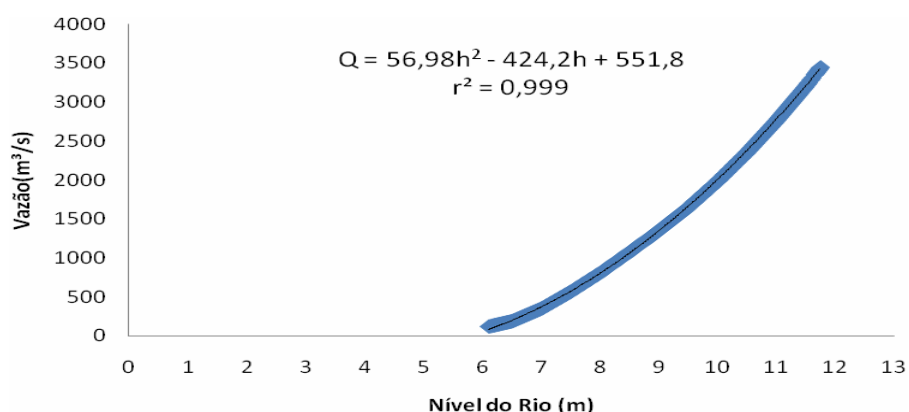
**F:** frequência; **FR:** frequência relativa; **FRP:** frequência relativa percentual; **FA:** frequência acumulada; **FRA:** frequência relativa acumulada; **FPA:** frequência percentual acumulada.

**Tabela 2.** Distribuição de frequência das vazões do Rio Machado para o ano hidrológico 2.

<b>Classe</b>	<b>Intervalo</b>	<b>F</b>	<b>FR</b>	<b>FP</b>	<b>FA</b>	<b>FRA</b>	<b>FPA</b>
1	100  — 300	2008	0,41	41,44	2008	0,41	41,44
2	300  — 500	754	0,15	15,56	2762	0,57	57,00
3	500  — 700	391	0,08	8,07	3153	0,65	65,07
4	700  — 900	364	0,07	7,51	3517	0,72	72,59
5	900  — 1100	228	0,05	4,70	3745	0,77	77,29
6	1100  — 1300	272	0,06	5,61	4017	0,83	82,91
7	1300  — 1500	229	0,05	4,73	4246	0,87	87,63
8	1500  — 1700	93	0,02	1,92	4339	0,89	89,55
9	1700  — 1900	113	0,02	2,33	4452	0,92	91,88
10	1900  — 2100	78	0,02	1,61	4530	0,93	93,49
11	2100  — 2300	211	0,04	4,35	4741	0,97	97,85
12	2300  — 2500	104	0,03	2,15	4845	1	100
<b>Total</b>		4845	1	100	-	-	-

**F:** frequência; **FR:** frequência relativa; **FRP:** frequência relativa percentual; **FA:** frequência acumulada; **FRA:** frequência relativa acumulada; **FPA:** frequência percentual acumulada.

A expressão que define a vazão Q como uma função do nível do rio pode ser obtida a partir de sua “curva-chave” (gráfico da vazão versus nível do rio) (GARCEZ, 1988, p.240). Para a série de dados abordada neste trabalho a forma polinomial foi a mais adequada; apresentando esta um coeficiente de correlação  $r^2 = 0,999$  como mostrado no (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Curva-chave.

A equação encontrada  $Q = 56,98h^2 - 424,2h + 551,8$  é válida para valores de  $h$  (nível do rio), maiores ou iguais a 6,11m. Utilizando este modelo é possível conhecer uma determinada vazão acima da vazão mínima, quando  $h \geq 6,11$  utilizando apenas medidas do limnógrafo.

Mas este modelo possui limitações, pois não consegue estimar vazões abaixo de 122,92 m<sup>3</sup>/s, pois, essa curva de ajuste pode não ser a mais adequada para explicar a vazão a partir do nível do rio.

A relação nível-vazão obtida nesse trabalho é de grande utilidade prática na determinação da vazão do Rio Machado, pois, utilizando a equação  $Q = f(h)$  a vazão pode ser facilmente encontrada, conhecendo-se apenas o nível do rio.

## Referências

ANA(Agência Nacional de Águas), **Informações Hidrológicas**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 21 abr. 2007.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. São Paulo: Ed. Edgard, 1988.

HANADA, L.C. **Mudanças do uso da cobertura do solo na fronteira agrícola da Amazônia ocidental, bacia do Ji-Paraná - Rondônia**. Piracicaba, 2004. 98 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

INTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, **Informações Meteorológicas.**

Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 17 set. 2007.

PINTO, Nelson L. de Souza e outros. **Hidrologia de superfície.** 2.ed. São Paulo, Edgard Blücher; Curitiba, Centro de estudos e Pesquisas de Hidráulica e Hidrologia da Universidade Federal do Paraná, 1973. p.1-5.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: EDUSP: ABRH, 1993. p. 511.

VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia aplicada.** São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975. p.102.

# EFEITOS DE NÃO-LINEARIDADE NA FÍSICA CLÁSSICA

Carlos MERGULHÃO JR \*

Moacy J. STOFFES JR. \* \*

## Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar os efeitos de não-linearidade sobre um corpo em queda livre na presença de forças viscosas. A princípio foi utilizada a modelagem usual mediante a aplicação das Leis de Newton, resolvendo analiticamente e computacionalmente, via o programa *Modellus*, as equações resultantes desses modelos. Foi verificado que realmente existe uma dependência da massa no tempo de queda de corpos em campos gravitacionais constantes e dependentes da altura. Além disto, este trabalho se propõe a ilustrar uma aplicação da modelagem nos processos pedagógicos de física.

**Palavras-chaves:** Sistemas físicos não-lineares. Modelagem computacional. Tempo de queda.

## 1. Introdução

A modelagem matemática de sistemas físicos naturais, em sua maioria, a princípio, parte da resolução de equações diferenciais. Infelizmente os métodos de solução dessas equações só são simples e satisfatórios quando se trata de equações diferenciais lineares. (BOYCE e DIPRIMA 2002)

Os sistemas não-lineares geralmente são tratados mediante processos de linearização ou métodos de aproximação numérica. No entanto, tem-se percebido que inúmeros fenômenos físicos interessantes não podem ser representados adequadamente por equações lineares. Sendo que esses fenômenos físicos quando recebe um tratamento não-linear pode apresentar algumas propriedades não previstas pela física linear.

Tendo em vista que, um dos primeiros e mais simples sistemas dinâmicos a ser estudado sistematicamente foi um corpo em queda livre. Inicialmente, tal sistema foi analisado experimentalmente por Galileu Galilei no séc. XVII e fundamentado teoricamente pelas Leis de Newton. Normalmente esse fenômeno é tratado linearmente. No entanto sabe-se que esse e inúmeros outros sistemas dinâmicos naturais, estão expostos a forças não-lineares, como a força de resistência do ar. Neste contexto, este artigo se propõe, a analisar os efeitos da não-linearidade sobre um corpo em queda livre na presença de forças viscosas não-lineares.

Inicialmente foi então utilizada a modelagem usual mediante as leis dinâmicas de Newton. As equações diferenciais resultantes deste modelo foram resolvidas, em alguns casos, analiticamente, e em outros casos, numericamente. Foram resolvidos os casos linear e quadrático (não-linear) com a velocidade. Para verificar a influência da não-linearidade na cinemática da queda de corpos num campo gravitacional, foi analisada a relação do tempo de queda com a massa do corpo.

Em seguida, foram exploradas as particularidades desses fenômenos num ambiente computacional. O programa utilizado foi o *Modellus*, por ser um *software* simples, mas com um grande potencial na resolução de equações. O uso desse software possibilitou a análise de alguns fenômenos físicos não explorados, devido à dificuldade na resolução das equações que modelam tais fenômenos.

## 2. Resultados obtidos

O sistema dinâmico estudado nesse artigo é um corpo em queda livre na presença de forças não-lineares. A cinemática desse sistema é simples, pois o movimento só possui velocidade na sua componente vertical. No entanto, não há a necessidade de entrar em méritos vetoriais.

Quando um corpo se desloca no seio de fluido, o fluido exerce sobre ele uma força de arraste que tende a reduzir a velocidade. A força de arraste aumenta quando a velocidade do corpo aumenta. “Em velocidades baixas, a força de arraste é proporcional à velocidade (contribuição linear) e em altas velocidades é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade (contribuição não-linear). (TIPLER 2000, p.123)”.

Com base experimental, a força de arraste é dada por:

$$f_{arr} = -bv - kv^2 \quad (1)$$

onde as constantes  $b$  e  $k$  são os coeficientes de arrasto linear e não-linear respectivamente. O primeiro termo é considerado no limite de pequenas velocidades e o segundo, no limite de grandes velocidades. “Esta equação contém, na verdade, dois termos de uma expansão de Taylor em termos da velocidade. (NUSSENZVEIG 1983, p.89)”. O coeficiente de arrasto depende da forma geométrica do corpo e das propriedades do fluido (ar) no qual está inserido o corpo em queda. Será analisado a seguir o caso onde a força de resistência do ar é proporcional ao quadrado da velocidade, caso não-linear.

Analisando as forças que atuam em um corpo em queda livre na presença de forças viscosas obtemos a equação diferencial:

$$F = m \frac{dv}{dt} = mg - kv^2 \quad (2)$$

Integrando a aceleração em função do tempo, usando as condições iniciais  $v_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$ , obteve-se o resultado.

$$v(t) = \sqrt{\frac{mg}{k}} \left( \frac{1 - e^{-2\sqrt{\frac{kg}{m}}t}}{1 + e^{-2\sqrt{\frac{kg}{m}}t}} \right) \quad (3)$$

$$V_T = \lim_{t \rightarrow +\infty} v(t) = \sqrt{\frac{mg}{k}} \quad (4)$$

Integrando a velocidade em função do tempo e impondo as condições iniciais  $s_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$  foi obtido a função horária:

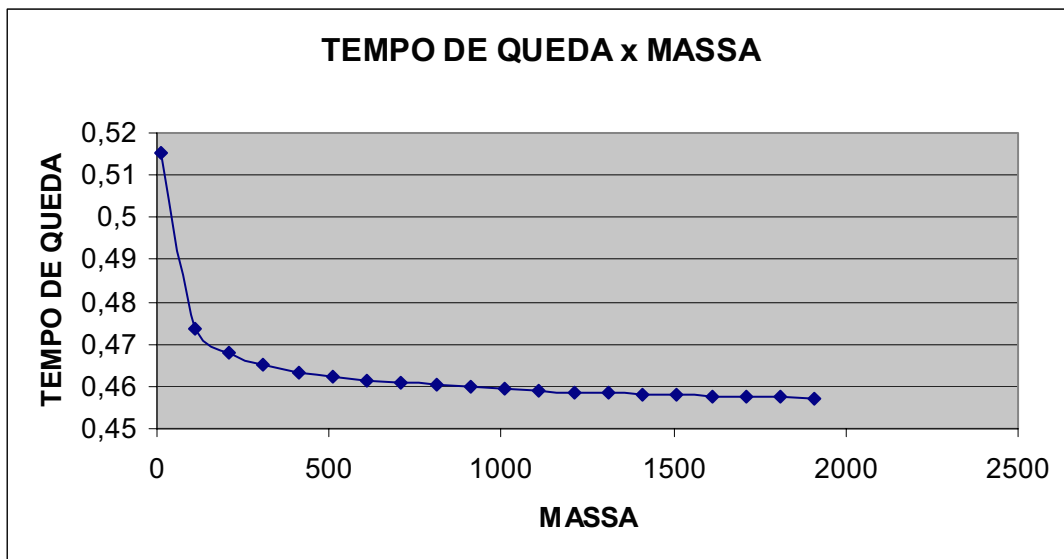
$$s(t) = \sqrt{\frac{mg}{k}}t + \frac{m}{k} \ln \left( \frac{1 + e^{-2\sqrt{\frac{kg}{m}}t}}{2} \right) \quad (5)$$

Visando analisar os efeitos da não-linearidade sobre o tempo de queda  $t_q$ , isolou-se o tempo de queda  $t_q$  na equação anterior.

$$t_q = \frac{\ln \left( e^{Hc} + \sqrt{e^{2Hc} - 1} \right)}{\sqrt{gc}} \quad (6)$$

onde  $H$  é a altura de queda do corpo e  $c = \frac{k}{m}$ . O tempo de queda realmente depende da massa quando se considera a força de resistência do ar, como observa-se na equação 6.

Para analisar a influência do termo não-linear resistivo no tempo de queda, construiu-se o gráfico a seguir.



**Figura1. Tempo de queda considerando apenas o termo quadrático de resistência do ar.**

Tomando o limite para forças de resistências cada vez menores, ou seja, calculando o limite da função  $t_q$  expressa na equação 6, quando  $c \rightarrow 0$ , e fazendo algumas aproximações por séries de Taylor chega-se ao resultado clássico obtido por Galileu para o tempo de queda:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (7)$$

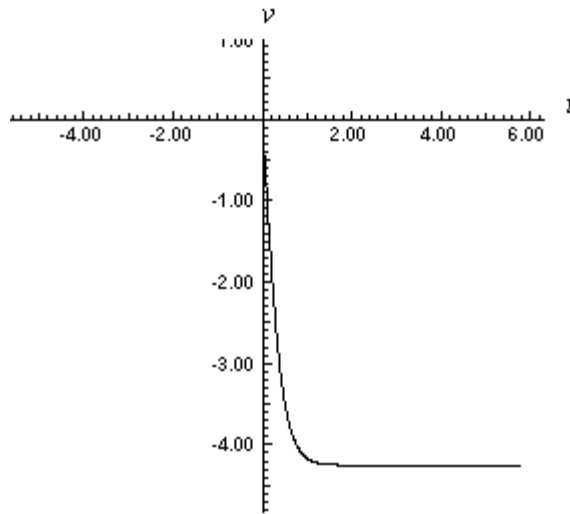
Analisando este sistema no caso de campo gravitacional variável com a altura (caso mais realista) utilizando o *Modellus*, observaram-se resultados semelhantes.

Com o suporte do *Modellus* pode-se estudar o caso onde a gravidade é variável com a altura, caso não estudado antes devido a impossibilidade de resolver analiticamente a equação:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{g}{\left(1 + \frac{H}{R}\right)^2} + \frac{k}{m}v^2, \quad (8)$$

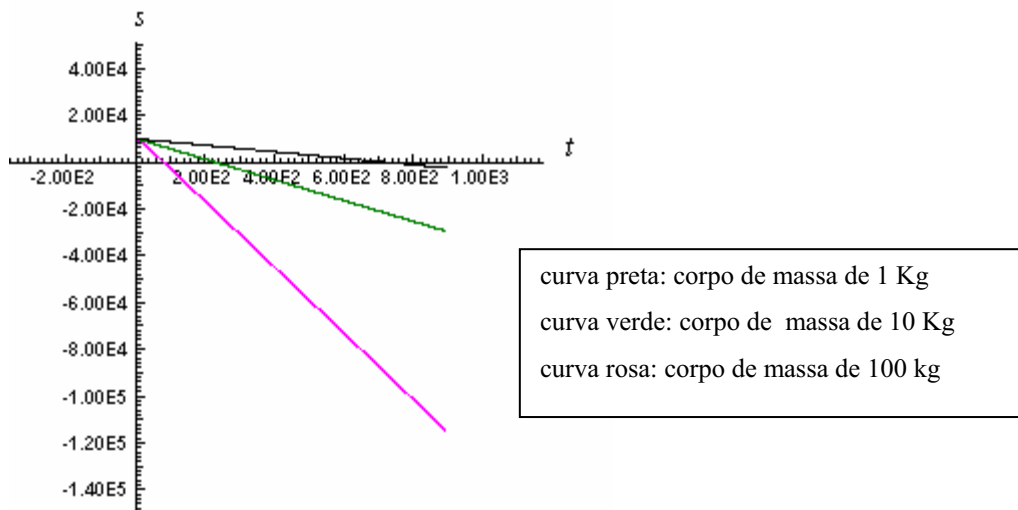
onde R é o raio da terra e considerando que o corpo cai a partir do repouso de uma altura H, sendo a trajetória é vertical e orientada para cima com a origem localizada ao nível do

mar. Neste caso, também se pode observar uma velocidade terminal no gráfico obtido ao resolver a equação 8 pelo *Modellus*.



**Figura 2 - Velocidade x Tempo, considerando a força de resistência do ar proporcional ao quadrado da velocidade com a aceleração da gravidade variável com a altura.**

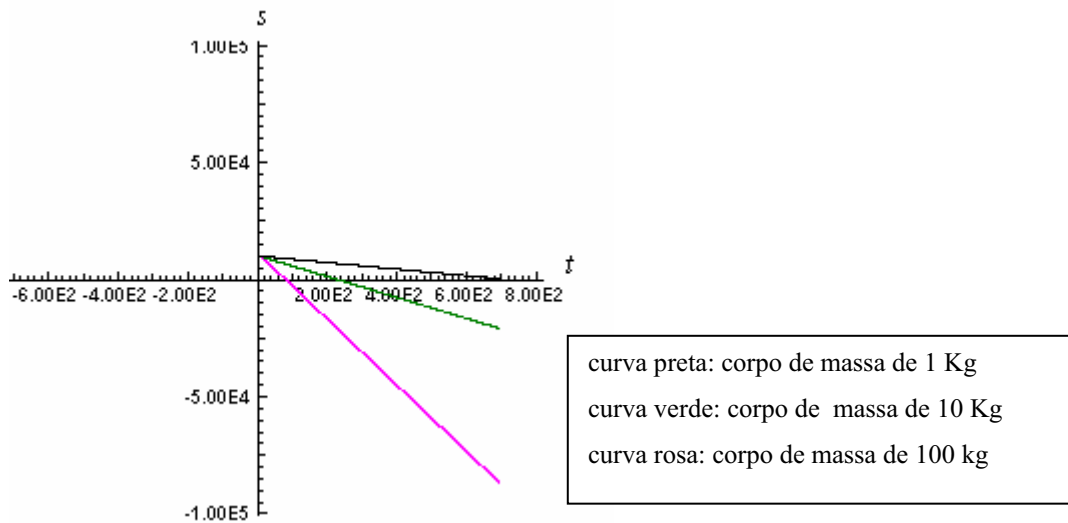
Com relação ao tempo de queda, observa-se que o mesmo também depende da massa neste caso. Além disto, verifica-se que a dependência da aceleração da gravidade com a altura não interfere de forma apreciável no tempo de queda. Estas propriedades podem ser inferidas a partir dos gráficos expressos nas figuras 3 e 4 e nas tabelas 1 e 2.



**Figura 3. Espaço x Tempo, considerando a força de resistência do ar proporcional ao quadrado da velocidade, com aceleração da gravidade variável com a altura, para massas diferentes.**

**Tabela 1: Massa x tempo de queda x velocidade terminal – dependência quadrática (campo variável com a altura)**

Massa do corpo (Kg)	Tempo de queda (s)	Módulo da velocidade terminal (m/s)
1	3701	4,45
10	715	14,06
100	229	45,00



**Figura 4. Espaço x Tempo, considerando a força de resistência do ar proporcional ao quadrado da velocidade com aceleração constante para massas diferentes.**

**Tabela 2: Massa x tempo de queda x velocidade terminal - dependência quadrática (campo constante)**

Massa do corpo (Kg)	Tempo de queda (s)	Módulo da velocidade terminal (m/s)
1	≈ 3.700	4,43
10	715	14,01
100	229	44,29

Note que os resultados expressos nas duas tabelas coincidem praticamente, sendo as pequenas diferenças resultantes de erros numéricos provenientes dos procedimentos de integrações numéricas realizadas no programa *Modellus*.

Também foram analisados de forma computacional, outros casos, como por exemplo, uma força de resistência do ar linearmente dependente com a velocidade e proporcional ao cubo da velocidade, sendo observados resultados semelhantes aos do caso quadrático.

### 3. Conclusões

Historicamente merecem destaque nessa área os trabalhos de Galileu Galilei, que experimentalmente chegou a seguinte conclusão: “se eliminarmos completamente a resistência do ar materiais caem com a mesma rapidez” (HALLIDAY, *et al* 2002, p.25). Desta afirmação segue então uma outra questão que justifica um dos objetivos deste artigo: qual a influência da resistência do ar nesta rapidez, ou seja, como a resistência do ar influencia no tempo de queda dos corpos? Os resultados encontrados tanto analiticamente, quanto numericamente usando o *Modellus* para o tempo de queda de um corpo, na presença de forças viscosas, confirmam o seguinte resultado: a massa do corpo influencia o tempo de queda dos corpos quando se considera a resistência do ar proporcional à velocidade na equação dinâmica. Por outro lado, os resultados também mostram que o tempo de queda e a velocidade terminal sofrem poucas alterações quando o campo gravitacional é ou não variável com a altura. Assim, as suposições utilizadas normalmente nos livros didáticos de considerar o campo gravitacional constante durante a queda não muda significativamente as características do movimento aqui analisadas. Além disto, pode-se dizer que sempre que existir uma força de resistência do ar apreciável proporcional à velocidade, a velocidade do corpo em queda vai tender a uma velocidade terminal, e o tempo de queda passa a depender da massa do corpo.

### 4. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq através do programa PIBIC.

### 5. Referências

BOYCE, W. E.e DIPRIMA, R. C. **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**: 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK R.; KRANE, K. *Física 1*: 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, vol.1, 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Mecânica**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., vol.1, 1981.

TIPLER, P. A. **Física**: 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, vol.1, 2000.

# AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE COMPONENTES VOLÁTEIS DERIVADOS DE PETRÓLEO POR CONSÓRCIOS DE MICROORGANISMOS DE RONDÔNIA

Elisângela Alves SANTO<sup>1</sup>

Mariza Gomes REIS<sup>2</sup>

## Resumo

O papel da biodegradação de compostos orgânicos voláteis derivados de petróleo por meio de estimulação com meio mineral e diesel, tem demonstrado ser uma técnica eficiente de tratar o consórcio autóctone utilizado nesta pesquisa. E o processo de avaliação dessa degradação está sendo monitorado por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG/EM), o que nos permite identificar quais compostos estão sendo degradados.

**Palavras-chave:** Biorremediação, Degradação, Diesel, Biodegradação.

## Introdução

Atualmente, diante dos diversos tipos de contaminação existentes, as técnicas de biorremediação tornaram-se alternativas promissoras para amenizar a poluição de áreas ambientais contaminadas por derivados de petróleo como os BTEXs (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) que em sua grande maioria são tóxicos, e outros tipos de contaminações químicas (LUZ, 2006). É graças à capacidade dos microorganismos degradarem poluentes orgânicos que se tem desenvolvido processos biotecnológicos destinados a diversas finalidades, dentre os quais se destacam a remediação e recuperação de áreas contaminadas por estes poluentes, a lixiviação de minerais, a desobstrução de poços de petróleo, solo, águas superficiais e subterrâneas (OLIVEIRA, 2001).

Na biodegradação os microorganismos se utilizam desses contaminantes como fonte de carbono, sendo que os poluentes que são considerados mais fáceis de degradar são derivados de petróleo como: óleo cru, gasolina e óleo diesel (MARTINS *et al.*, 2003) o que leva à total destruição dos poluentes tendo um custo mais baixo e menor distúrbio do meio ambiente (TAVARES, 2006). Mas para que esta degradação ocorra, é necessário que a biota esteja sob condições favoráveis ao seu crescimento, por isso é que se tem utilizado diversas técnicas de crescimento, identificação e conservação para análises posteriores (COELHO *et al.*, 2006). Uma vez que os muitos microorganismos agem como

biossurfactantes, ou seja, possuem uma grande capacidade de emulsificar e solubilizar hidrocarbonetos, fazendo com que estes passem a ter uma maior interação com a água e com o solo, o que faz com que os biossurfactantes sejam essenciais e facilitem o acesso dos microrganismos aos contaminantes, contribuindo assim para que a degradação desses compostos ocorra de forma rápida (NEVES *et al.*, 2004; PIROLLO *et al.*, 2006).

No Brasil além de ocorrer à contaminação por vazamentos nos tanques de estocagem que foram construídos na década de setenta (CORSEUIL *et al.*, 1998), há também os derramamentos que ocorrem no transporte do petróleo. O objetivo deste trabalho é encontrar em Porto Velho microrganismos que sejam capazes de degradar compostos do diesel, assim como monitorar, avaliar e observar o desenvolvimento e capacidade dos microrganismos da região amazônica em degradarem constituintes do diesel. Para tanto, utilizou-se a técnica de SPME e cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG/EM), e técnicas de crescimento de microrganismos utilizando como fonte de carbono diesel.

## **1. Materiais e Métodos**

### **1.1. Coleta e tratamento com meio orgânico**

A amostra de água utilizada nas análises de biodegradação foi coletada próximo a uma distribuidora de combustíveis, que se localiza numa região portuária de Porto Velho. Para avaliar se a amostra continha microrganismos capazes de degradar poluentes orgânicos derivados de petróleo, fez-se o crescimento desses microrganismos utilizando meio Nutriente Agar, que é composto de peptona de carne 1,5g, extrato de carne 2,5g, ágar puro 7,5g e 500 mL de água destilada autoclavados por 15min a 121°C, citado por (RIBEIRO e SOARES, 1993).

Esse crescimento foi avaliado após 24 horas de crescimento em uma estufa com temperatura de 32°C, acondicionadas em placas de petri contendo 50µL de diesel e 50µL de gasolina separadamente e em triplicatas.

## **1.2. Tratamento com meio de cultura inorgânico**

Após verificar que os microorganismos existentes na amostra poderiam utilizar diesel como fonte de carbono, outra metodologia passou a ser testada, onde utilizou-se como referência o meio de cultura inorgânico citado por SAKATA *et al* (2004).

Depois de pesar e diluir os reagentes em água destilada, pesou-se 0,2mL de diesel em um erlenmeyer, adicionou-se 200 mL do meio de cultura inorgânico e 1000µL da amostra coletada em Porto Velho, para logo em seguida autoclavar a fim de livrar o meio de qualquer contaminação. Esse crescimento se deu sob constante agitação em Shaker rotatório em 32 Hz por 72 horas. Após esse período, a amostra foi transferida para um novo recipiente. Este processo foi realizado seis vezes antes de começar o monitoramento por cromatografia gasosa.

## **1.3. Análise por cromatografia gasosa de ionização em chama (CG/DIC)**

Para analisar e verificar o crescimento dos microorganismos nas amostras com diesel, utilizou-se o seguinte método: autoclavou-se meio de cultura inorgânico, pesou-se os viais, o diesel e o meio de cultura inorgânico. Transferiu-se a cada um dos seis viais a alíquota de 100µL de microrganismos, 20 mL de meio inorgânico e (20 e 40)µL de diesel, todo o procedimento foi realizado em uma capela de fluxo laminar. Logo após as transferências os viais foram colocados em um Shaker rotatório para se obter um melhor resultado.

Método utilizado para identificação das amostras foi chamado de BI-DIES, com a column oven 100°C, SPL 250°C, FID 300°C, método splitless próprio para técnica SPME, tempo de corrida de 23min, utilizando fibra azul PDMS/DVB 65µm própria para SPME. Sendo que cada amostra foi pré-aquecida a 40°C em banho de glicerina por 5 minutos sem a fibra e mais 5 minutos na presença da fibra. Logo após injetou-se a amostra no aparelho, deixando a fibra exposta por 3 minutos.

## **1.4. Análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM)**

Para identificar que tipo de compostos o consórcio de microorganismos utilizado conseguiu degradar, fez-se necessário utilizar a técnica de espectrometria de massas a fim de se obter a identificação desses compostos, bem como saber se estes são tóxicos ou não à

saúde humana. Para isto, transferiu-se a cada um dos seis viais a alíquota de 100µL de microrganismos, 20mL de meio inorgânico e 20µL de diesel, todo o procedimento foi realizado em uma capela de fluxo laminar.

As análises foram realizadas no cromatógrafo TRACE GC ULTRA - DSQ (THERMO ELECTRON – SHIMADZU), utilizando fibra PDMS com tempo de extração do analito de 5 minutos e tempo de injeção de 3 minutos. Cada frasco permaneceu no banho de glicerina por 10 minutos a uma temperatura de 40°C até que o equilíbrio entre a fase gasosa (amostra) e fase líquida fosse atingida, utilizando coluna OV (fenilpolimetilsiloxano 5%, 30m x 0,25 mm x 0,32 mm);

Programação 1 - temperatura inicial indo de 150-200°C; elevando 30 graus a cada minuto até chegar a 290, r=30; temperatura do injetor foi de 220°C.

Programação 2 - temperatura inicial indo de 50-200°C; elevando 10 graus a cada 5min até chegar a 290, temperatura do injetor foi de 220°C.

## **2. Resultados e Discussão**

### **2.1. Tratamento com meio orgânico**

No tratamento orgânico pode se observar que houve crescimento de microrganismos nas seis placas exceto no controle, tendo melhor desempenho no meio contendo diesel do que no meio contendo gasolina, ou seja, os microrganismos demonstraram maior afinidade por diesel.

### **2.2. Tratamento com meio de cultura inorgânico**

O tratamento com meio inorgânico e diesel se mostrou eficiente desde a primeira transferência, esse processo foi constantemente monitorado por medidas de turbidez que serve para avaliar o nível de crescimento desses microrganismos na presença do nutriente ou do poluente que está sendo avaliado. O crescimento desses microrganismos se mostrou extremamente satisfatório, e além de terem se adaptado bem as condições que lhes foi dada, estes apresentaram as características de biosurfactantes. O que significa que estes podem degradar mais rapidamente estes hidrocarbonetos.

### 2.3. Experimentos de monitoramento no CG/DIC

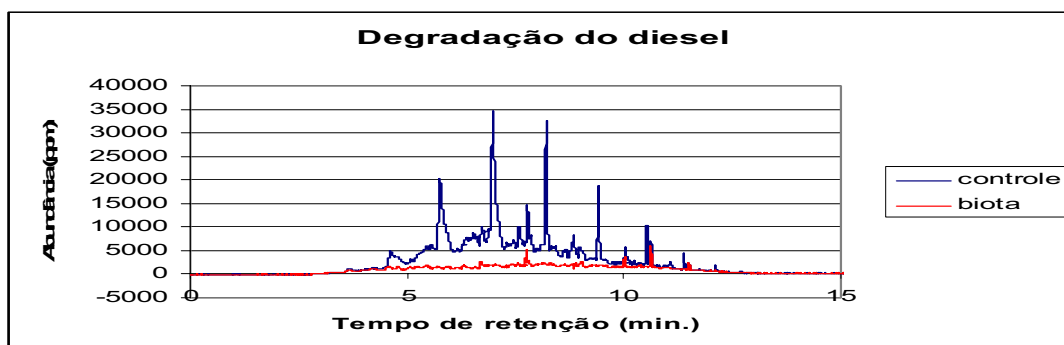


Figura 1: Cromatograma correspondente a degradação do diesel na concentração de 0,02mL

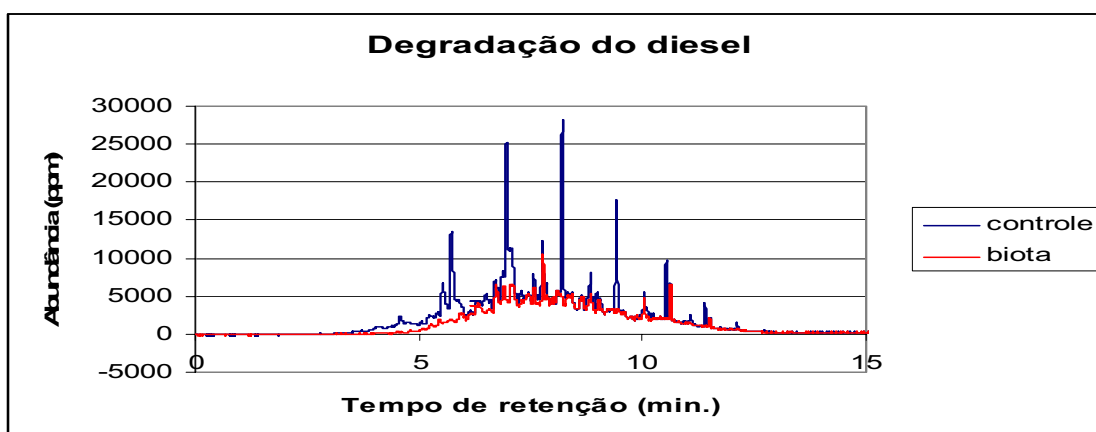


Figura 2: Cromatograma referente a degradação do diesel na concentração de 0,04mL

Ao avaliar os cromatogramas referentes à concentração de 0,02 e 0,04 mL de diesel, pode se observar que os microorganismos cresceram em ambas às concentrações. Porém este crescimento está mais evidente na concentração de 0,02mL de diesel, onde se percebe que a amostra em vermelho teve uma degradação bastante significativa.

## 2.4. Experimentos de monitoramento por CG/EM

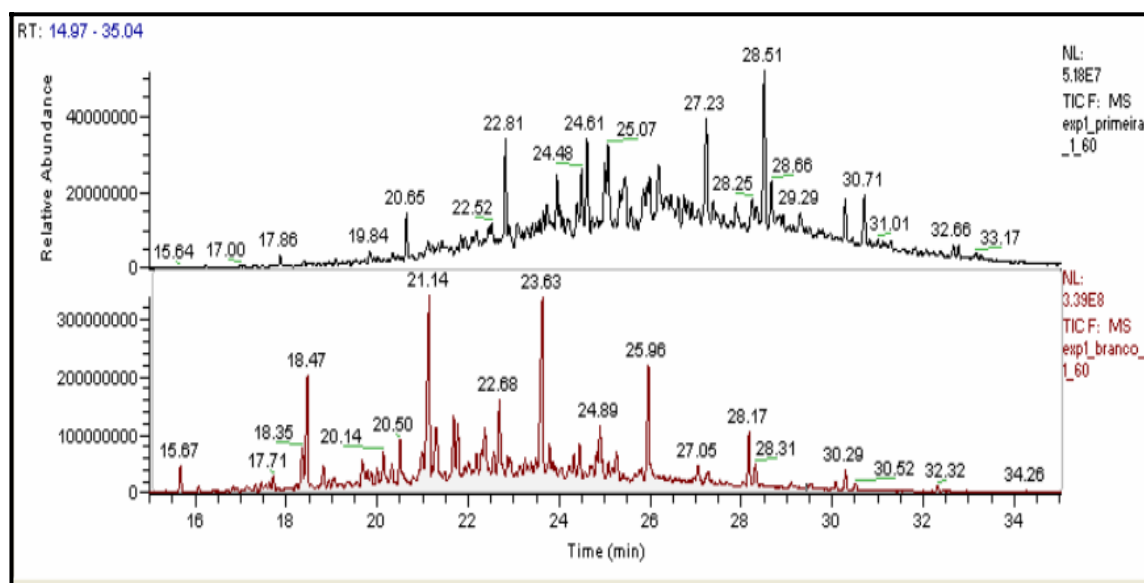


Figura 3: Cromatograma referente à análise no CG/EM após 2 meses. \*Amostra contendo microorganismos (em preto) e amostra controle contendo apenas diesel (em vermelho).

A análise por cromatografia gasosa se mostrou eficaz por nos permitir avaliar o nível de degradação do diesel ao longo das semanas. O que pode ser observado com o desaparecimento gradual dos picos é claro que existe uma diferença na abundância relativa dos picos, porém esta diferença não possui tanta importância.

Nas análises cromatográficas foi possível observar um aumento na área entre a linha de base do cromatograma e o início dos picos, ou seja, esta área pode corresponder a compostos existentes na amostra que ainda estão em processo de degradação, desaparecendo posteriormente. O que pode ser observado pelo espectro de massas dos compostos de cadeia linear que foram consumidos logo nas primeiras semanas.

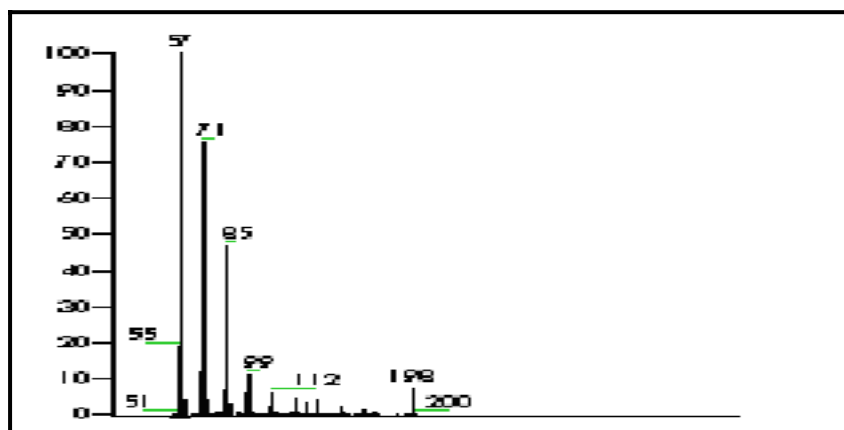


Figura 4. Espectro de massas correspondente ao pico 21.14 do branco após 2 meses

O espectro de massas referente ao pico 21.14 do cromatograma (figura 3) corresponde ao n-tetradecano que foi rapidamente biodegradado pelo consórcio.

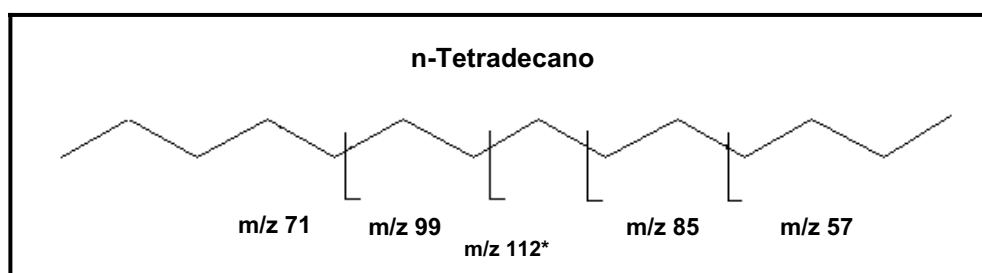


Figura 5. Estrutura correspondente ao espectro do pico 21.14 de íon molecular  $M^+$  198

Estrutura corresponde ao espectro de massas do pico 21.14 (figura 4), sendo a razão massa carga  $m/z$  57 (100%), cujo cátion-radical  $[CH_3 - (CH_2)_3 - ]^+$  é o mais freqüente em todos os espectros de massas aqui representados, visto que todos são alcanos lineares, devido ao fato dessa quebra ser mais favorecida, quando estes recebem o bombardeio de elétrons. Sendo que o pico de menor abundância é o pico de razão massa carga  $m/z$  112\*, pois para que esta fragmentação ocorra é necessário que ocorra um rearranjo de hidrogênio. Os demais picos que foram consumidos do cromatograma (figura 3) também correspondem a alcanos.

### 3. Considerações Finais

Diante de todo o monitoramento realizado nesta pesquisa, foi possível observar que a região de Porto Velho possui microorganismos com a capacidade de degradar componentes do diesel (derivado de petróleo).

Portanto, o fato de existir um consórcio microbiano que é capaz de transformar ou metabolizar esses hidrocarbonetos, se torna um fato importantíssimo. Visto que este tipo de pesquisa é nova na região, ressaltando também que o consórcio utilizado nesta pesquisa é proveniente da própria região de Porto Velho, e que posteriormente será identificado. Uma vez que um consórcio microbiano pode ter vários microorganismos diferentes, cujas rotas metabólicas também podem ser ou não diferentes, ou seja, cada espécie pode realizar um processo diferente para obter a energia que lhe é necessária.

Desde que o poluente esteja disponível ao seu ataque. O que nos possibilita avaliar como utilizar a biodegradação, a fim de amenizarmos os efeitos da contaminação de solos e corpos d'água, sendo então um ponto positivo para região.

### 4. Referências

COELHO, R. *et al.* Livro – **Práticas de Microbiologia**, cap. 5, pág. 129. 1ª edição – 2006.

CORSEUIL, H. X.; MARTINS, M. D. **Contaminação de Águas Subterrânea por Derramamento de Gasolina: O Problema é Grave?** In: Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 2, No. 2, Abril/Junho (1997).

LUZ, C. C. Avaliação de Metodologia para Quantificação de Derivados de Petróleo, BTEX, em Solo e Sedimentos por Microextração em Fase Sólida (SPME). **Monografia de final de curso. Departamento de Química, Núcleo de Ciências e Tecnologia - UNIR, 2006.**

MARTINS, A. *et al*; **Biorremediação.** Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP – SP. Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental - *Laboratório de Pesquisas Ambientais (LAPA)*, 2003.

NEVES, E. *et al*; **Biossurfactantes**. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro tecnológico, 2004.

**OLIVEIRA, F. J. S.** Biorremediação de Solo Arenoso Contaminado por Óleo Cru. **2001, 110 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro-RJ:**

**PIROLLO, M P. S.** Estudo da Produção de Biossurfactantes Utilizando Hidrocarbonetos. **2006. Dissertação de Mestrado.: Instituto da Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.**

RIBEIRO, M. C.; SOARES, M.M.S.R. **Microbiologia Prática: Roteiro e Manual – Bactérias e Fungos**, Campinas-SP: Editora Atheneu, 1993. p. 27.

SAKATA, S. K. *et al*; **Development of a Static Headspace Gas Chromatographic/mass Spectrometric Method to Analyze the level of Volatile Contaminants Biodegradation -** 2004.

TAVARES, C. P. **Estudo da biodegradação do fenol por uma nova linhagem de aspergillus sp.** 2006. Dissertação (Mestrado Engenharia e Ciência de Alimentos) – FURG, Rio de Janeiro.

# EFEITO DAS QUEIMADAS EM PERÍODOS DE BAIXA UMIDADE DO AR NO ESTADO DE RONDÔNIA

Marcos Leandro NUNES<sup>23</sup>

Josiane de Brito GOMES<sup>24</sup>

Renata Gonçalves AGUIAR<sup>25</sup>

## Resumo

Os efeitos das mudanças climáticas já não podem ser ignorados. Segundo a Organização Meteorológica Mundial, órgão da ONU, o ano de 2006 foi marcado por uma série de catástrofes jamais vistas antes. Assim, o intuito do trabalho foi analisar como as queimadas nos meses de baixa precipitação interferem no clima de Rondônia e para tanto com o respaldo de dados secundário do LBA e da página do INPE, na internet, foi possível quantificar e analisar a frequência anual da principal fonte poluidora do estado rondoniense, as queimadas. Ao analisar os gráficos, foco de calor e índice de precipitação, logo se verifica que ambos têm uma ligação intrínseca. Baseado nesses dados, podemos aludir que um dos principais fatores que acarretam mudanças no clima regional é o desmatamento junto com as queimadas que possuem causas antrópicas.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas. Focos de calor na Amazônia. Emissão de carbono.

## Introdução

No ano de 1961 o homem vai ao espaço e vê a Terra em seu périplo. A partir de então forma uma nova imagem do planeta nas mentes humanas, revelando que a Terra é simplesmente um ponto quase imperceptível na imensidão do espaço. É também nesse ano, que o homem talvez tenha tomado real consciência da importância de cuidar da Terra, pois este planeta, provavelmente, seja o único com as condições favoráveis para o desenvolvimento e manutenção da vida.

O aumento nas concentrações de carbono na atmosfera tem sido ocasionado

---

<sup>23</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduando do curso de Engenharia Ambiental.  
[marcosbatarelli@hotmail.com](mailto:marcosbatarelli@hotmail.com)

<sup>24</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, graduanda do curso de Engenharia Ambiental.  
[josinha\\_brito@yahoo.com.br](mailto:josinha_brito@yahoo.com.br)

<sup>25</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Professora do Departamento de Engenharia Ambiental.  
[rgaguiar@unir.br](mailto:rgaguiar@unir.br)

principalmente pela emissão de carbono a partir da queima de combustíveis fósseis em grande escala, iniciada a partir do século XIX, com o advento da Revolução Industrial. Alterações na cobertura vegetal, entretanto, também provocam alterações no ciclo global de carbono (BOLIN, 1977). Em decorrência desses fatores, muitas organizações como a Organização Meteorológica Mundial e uma série de pesquisadores apoiados por ela afirmam ser consequência disso que o clima está a se modificar e seus efeitos já não podem ser ignorados, pois as mudanças climáticas já afetam bilhões de pessoas.

Segundo o relatório divulgado em fevereiro de 2007, pela Organização Meteorológica Mundial, órgão da ONU, o ano de 2006 foi marcado por uma série de catástrofes jamais vistas antes. Entre elas estão: Europa e Estados-Unidos, locais de clima temperado, o termômetro chegou a marcar mais de 40°C no verão passado; foi a primeira vez, desde que as temperaturas começaram a ser registradas, que tais áreas apresentaram médias tão altas; no ártico, as calotas regrediram mais de duas vezes o tamanho do Estado de Alagoas somente no ano de 2006; terras aráveis em todo o mundo passaram a sofrer do processo de desertificação como: Austrália, China, México, Somália e Turquia.

Todo esse cenário dantesco é decorrência do aumento de 1 °C da temperatura média mundial. Estudo do mesmo órgão ligado à ONU prevê que em 2050 a temperatura média da Terra subirá entre 2 a 4,5°C. No entanto, muitos contestam tais projeções, pois os efeitos destas mudanças globais ainda não são totalmente conhecidos, pois as mudanças antrópicas acontecem mais rapidamente do que a evolução do conhecimento sobre o planeta (VITOUSEK et al., 1997).

Mas, existe um ponto com o qual muitos cientistas concordam: para evitar a piora da situação seria preciso cessar o bombardeio na atmosfera dos gases estufa, que ao serem liberados, formam uma espécie de manta em torno da Terra. No século XIX, o físico Arrhenius demonstrou que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) possui a propriedade de capturar e armazenar calor. A concentração atmosférica dos gases de efeito estufa, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), associados ao vapor d'água condicionam o balanço de energia planetária e atua como um cobertor térmico impedindo o esfriamento da terra, o que é benéfico para os seres vivos. O problema está no aparente aumento acelerado das concentrações desses gases, objeto das preocupações ambientais mundiais. Em 29 de Agosto de 1988, um editorial do jornal norte-americano, The New York Times, apontou as queimadas brasileiras como um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, contribuindo com 10% do total de gás carbônico lançado na atmosfera.

Diante desse quadro sombrio, as emissões principalmente de carbono continuam a crescer em todo o planeta. No Brasil observa-se a mesma tendência devido às queimadas que contribuem com boa parte das emissões de gás carbônico do Brasil, o que coloca o país entre os quatro maiores poluidores do mundo.

O efeito do desmatamento e do uso da terra sobre a concentração atmosférica de gás carbônico pode ser grande: somente o desmatamento da floresta amazônica representa cerca de 5% das emissões globais totais (FEARNSIDE, 1996). O impacto de tal prática na região é um clima atípico, semelhante a um deserto devido à baixa umidade do ar e as constantes queimadas. Situado em um corredor por onde correntes de vento vindas do Pará e Mato Grosso rumo ao Acre, Rondônia torna-se rota das fumaças emanadas das queimadas de tais estados. Todavia, o estado sofre mais com as queimadas de seu próprio território que trazem conseqüências diretas para o clima local.

Assim, analisar a freqüência com que ocorrem as queimadas em Rondônia nos meses de pouca chuva e seu impacto no clima foi o objetivo do trabalho.

## **Material e métodos**

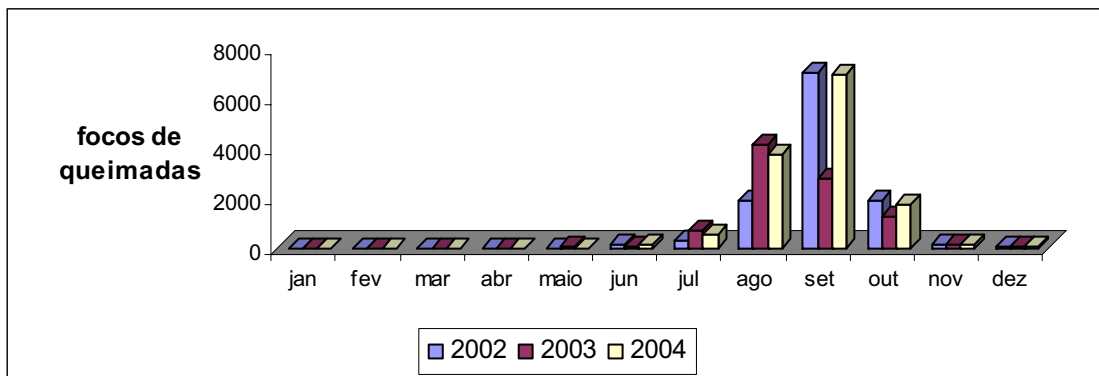
A área de pesquisa englobou o Estado de Rondônia, situado na região Norte do Brasil, na Amazônia Ocidental. Foram utilizados dados observacionais de precipitação de um sítio experimental na Reserva Biológica do Rio Jaru, situada a Leste no Estado de Rondônia onde está instalada uma torre micrometeorológica com 61,5 metros de altura, que faz parte de uma rede de torres do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA.

Os dados sobre focos de calor, no estado, foram extraídos da página da internet do INPE ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)), e tanto o conjunto de dados sobre índice pluviométrico quanto sobre os focos de calor compreenderam os anos de 2002 e 2004.

## **Resultados e discussão**

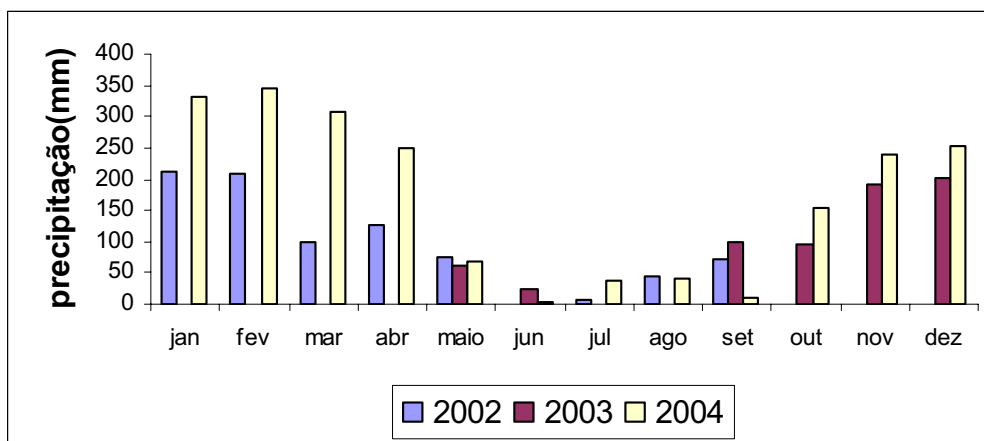
Os resultados obtidos nesta pesquisa, assim como o referencial teórico que formou o suporte para sua elaboração serão discutidos em quatro tópicos. O primeiro será sobre queimadas; o segundo a respeito do índice pluviométrico; o terceiro, a ligação dos dois primeiros e o quarto, o impacto das queimadas na região.

1º: Ao analisar a Figura 1, é possível observar uma concentração das queimadas em um período do ano especificamente. Sua maior incidência é de junho a outubro e com a maior concentração no mês de setembro. Outro dado que é possível extrair é que a partir de junho os focos de calor aumentam consideravelmente e em outubro há um declínio notável dos mesmos.



**Figura 1.** Concentrações de queimadas nos anos 2002-2004.

2º: A distribuição das chuvas durante um ano segue um padrão sazonal (Figura 2). Os meses chuvosos compreendem de novembro a abril com maior índice pluviométrico em março, enquanto que, nos outros meses, sua incidência diminui e se torna escassa de junho a setembro.



**Figura 2.** Distribuição das chuvas nos anos 2002-2004.

3º: Ao comparar os dados sobre focos de calor e índice pluviométrico de Rondônia, constata-se que há um aumento dos focos de calor nos meses de escassez de chuva. Isto é observado nos meses de junho a outubro, período de pouca chuva. Mas os maiores focos

de calor estão nos meses de agosto e setembro, período em que o índice pluviométrico chega ao seu valor mínimo na região.

4º: A floresta amazônica tem um papel regulador fundamental no clima regional. Ao retirar a floresta interrompe este sistema estabilizador no clima amazônico como, por exemplo, a minimização das temperaturas. Andreae et al. (2001) compararam o diâmetro de gotículas em nuvens cumulus - nas regiões poluídas de Rondônia - com o de nuvens das regiões limpas no oeste do Acre, mostrando que nesse último caso a moda de diâmetros é maior e essas nuvens precipitam da mesma forma que nuvens quentes marítimas. No caso das nuvens poluídas de Rondônia elas têm gotas pequenas que não precipitam. A razão para isto, entre outros fatores, são as constantes queimadas. Visto que durante a estação seca, com forte impacto de queimadas, há a presença significativa de partículas que absorvem radiação, o chamado “black carbon”, que consiste em fuligem das queimadas (MARTINS et al., 1998). Gotículas de nuvens ricas em fuligem absorvem radiação muito eficientemente, evaporando-se antes de precipitarem, intensificando a supressão da precipitação.

Conseqüência disso é que a umidade da região é transportada para outras áreas, ocasionando um período maior de estiagem. Com um período de pouca chuva ou de escassez total, a vegetação fica mais seca, propiciando aumento das queimadas e potencializando os efeitos negativos sobre o clima. Segundo Sariego (1994), ainda que as queimadas amazônicas não contribuam significativamente para o efeito estufa, elas trazem conseqüências graves. A primeira delas traria talvez conseqüências para efeito do aquecimento e do desequilíbrio térmico regional, devido à diminuição das florestas e do desmatamento na região. Outro efeito negativo é a destruição do húmus, única fonte de nutrientes para as árvores. Sem ele o solo amazônico logo fica pobre e sem árvores, sendo facilmente arrastado pelas chuvas. Finalmente, a queima das florestas acelera o empobrecimento do patrimônio genético amazônico.

### **Considerações finais**

Ao comparar os dados sobre focos de calor e índice pluviométrico de Rondônia, constata-se que há um aumento dos focos de calor nos meses de escassez de chuva.

As recentes mudanças no clima do Estado de Rondônia estão ligadas à retirada da vegetação. O acelerado ritmo de desmatamento e as queimadas concentradas em um período do ano no estado e áreas adjacentes tornaram o estado uma mini-estufa local.

É inegável que as florestas são grandes reguladoras do clima. Assim, a sua manutenção tornou-se primordial para equilibrar o clima local. Para evitar as queimadas é preciso que haja uma fiscalização árdua e a aplicabilidade das leis para que crimes ambientais sejam coibidos.

## Referências

ANDREAE, M. O. et al. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. **Geophysical Research Letter**, v. 28, n°6, p. 951, 2001.

BOLIN, B. Changes of land biota and their importance for the carbon cycle. **Science**. v. 196, p. 613-615, 1997.

FEARNSIDE, P. Amazônia and global warning: annual balance of greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon Region. In: **Biomass Burning and global Change J. S. Levine (ed)**, v. 2, p. 606-61, 1996.

MARTINS, J. V et al. Effect of black carbon content, particle size and mixing on light absorption by aerosol particles from biomass burning in Brazil. **Journal of Geophysical Research**. v 103, n. D 24, p. 32.041-32.050, 1998.

Organização Meteorológica Mundial-OMM (ONU). Relatório sobre o aquecimento global. Disponível em <http://www.onu-brasil.org.br>. Acessado em: 25 abr. 2007.

SARIEGO, J.C. **Educação Ambiental: as ameaças ao Planeta Azul**. São Paulo: Ed. Scipione, 1994.

VITOUSEK, P. M. et al. Human domination of earth's ecosystems. **Science**. v. 277, p. 494-499, 1999.

# ESTATÍSTICA: DE UMA SIMPLES TÉCNICA DE CONTAGEM NOS PRIMÓRDIOS DAS CIVILIZAÇÕES ANTIGAS A UM MECANISMO IMPRESINDÍVEL PARA A SOCIEDADE MODERNA

Emerson da Silva RIBEIRO<sup>26</sup>

Renata Gonçalves AGUIAR<sup>27</sup>

## Resumo

Neste trabalho, pretendemos focar alguns pontos importantes da trajetória histórica da Estatística, desde os primórdios da sociedade humana quando servia como uma simples técnica de contagem de algumas características da população necessárias para a formação das primeiras civilizações, passando pelo período em que se instituiu como um instrumento científico poderoso, bem como, pela fase em que foi marginalizada em virtude do progresso do Cálculo das Probabilidades até o seu desenvolvimento a partir do século XVIII, e finalmente até a sua constituição como a ciência que conhecemos nos dias de hoje, tornando-se uma ferramenta importantíssima aplicada em diversos segmentos da atividade humana. Além dessa síntese sobre a história da Estatística, também é intenção desse trabalho realizar um breve estudo de alguns personagens significativos que contribuíram para a evolução dessa área, que se tornou essencial para a leitura e compreensão dos aspectos sociais e econômicos do mundo moderno.

**Palavras-chave:** Fases da Estatística. Probabilidade. História da Matemática.

## Introdução

Integrante do rol de conhecimentos indispensáveis à alfabetização matemática e tão necessária para sobrevivermos no mundo atual, a Estatística não se refere somente a um campo específico e de utilidade apenas para aqueles que trabalham com argumentos estatísticos; mas como uma ferramenta importante para a análise das chamadas questões sociais, econômicas e tecnológicas, é imprescindível a toda uma sociedade, que precisa cada vez mais compreender os processos dinâmicos que envolvem essas questões tão

---

<sup>26</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Professor do Departamento de Matemática. Mestrando em Educação Matemática do Instituto de Educação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). [emersonsilrib@gmail.com](mailto:emersonsilrib@gmail.com)

<sup>27</sup> Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Professora do Departamento de Engenharia Ambiental. [rgaguiar@unir.br](mailto:rgaguiar@unir.br)

presentes nas atividades e relações humanas.

Desta forma, as informações reveladas por meio da análise Estatística tornam-se imprescindível não apenas para quem as apresenta, mas também para os que as recebem, que se compõem, por exemplo, desde os eleitores, professores, economistas, políticos etc. até os pesquisadores que necessitam da Estatística para argumentar e tratar dos questionamentos com que se deparam.

Deste modo, e compreendendo ainda, a visão de um mundo cada vez mais influenciado e rodeado pelas informações, que veiculam rapidamente e são traduzidas e repassadas principalmente por meio de representações Estatísticas, é inquestionável que a Estatística tenha se tornado um mecanismo fundamental na produção de conhecimento independente da área de atuação, tornando-se, portanto, indispensável para a sociedade moderna.

O fato é que não é de hoje que a Estatística surgiu, sua história remonta milhares de anos atrás quando as primeiras civilizações humanas começaram a se formar, evoluindo ao longo dos tempos, principalmente em razão da sua utilidade nas mais diversas ações ligadas à necessidade de conhecimento dos níveis sócio-econômicos das populações constituídas historicamente até os dias atuais.

Neste sentido, este trabalho se propõe exatamente a resgatar a evolução histórica da Estatística — sem que isso signifique um diagnóstico completo sobre essa trajetória muito mais complexa e minuciosa do que a pretensão deste trabalho — evidenciando que esta área do conhecimento humano sempre esteve evidente na vida cotidiana das pessoas, se fazendo presente desde o surgimento das primeiras civilizações, ganhando importância a partir do século XVIII, e se consolidando como campo de conhecimento inevitável para o mundo contemporâneo.

## **1. Revisitando a Trajetória da Estatística**

A Estatística originou-se a partir das exigências de um conhecimento numérico dos recursos disponíveis que começaram a surgir quando as sociedades primitivas ainda se organizavam. Em razão da necessidade de se conhecer a população nos níveis sociais e econômicos, e saber os bens que a nação possuía e como estavam distribuídos pelos habitantes, os governantes das grandes civilizações antigas ordenaram as primeiras Estatísticas.

Neste momento, a Estatística ainda não tinha o status atual, e era tratada como uma

simples técnica de contagem e enumeração da população e dos seus rendimentos. Essa contagem era realizada nomeadamente para se determinar os impostos a serem pagos pela população ao Estado e para verificar o número de homens disponíveis para o combate e a guerra entre as civilizações.

Entre os grandes impérios da antiguidade, o Egito foi um dos que mais se destacou em relação à utilidade da Estatística. Reconhecido como um Estado bem organizado administrativamente, os egípcios tiveram que desenvolver técnicas de levantamentos estatísticos para facilitar o gerenciamento dos seus bens, homens, armas e das suas suntuosas obras públicas.

Neste sentido, o primeiro dado referente à utilidade da Estatística remete-se exatamente a um estudo realizado pelos funcionários do Estado egípcio por volta de 3050 a.C. para saber as riquezas da sua população com o intuito de verificar os recursos humanos e econômicos disponíveis para a construção das pirâmides.

Além disso, há registros de recenseamentos realizados pelo Egito no período de 2700 a 2500 a.C. para a fiscalização dos impostos; por volta de 1900 a.C. com fins fiscais e militares junto às famílias dos soldados; e em meados de 1200 a.C. para o reconhecimento dos chefes de família e seus parentes sob sua guarda. Também, há indícios de que no século VI a.C. o governo egípcio obrigava todas as pessoas a declararem sua profissão e seus rendimentos sob pena de morte para quem se opusesse a fazer tal declaração.

De maneira semelhante aos egípcios, os chineses também realizaram inúmeros recenseamentos no início de sua formação como Estado. Porém, diferentemente do Egito antigo, o império chinês estabeleceu critérios para recensear sua população de tal modo que os recenseamentos realizados tinham um determinado rigor científico apesar de toda a dificuldade decorrente de sua imensidão territorial. Os chineses desenvolveram um sistema de registros de cartas da população que ficou conhecido como “máquina de recenseamento”, contendo dados pessoais como nome, profissão, sexo e idade de praticamente todos os indivíduos da China, que eram obrigados a exporem essas informações na forma de um cartaz na porta de suas casas.

Os recenseamentos chineses estavam quase sempre relacionados ao recrutamento de soldados disponíveis para a guerra e para o trabalho público; à distribuição das terras entre a população visando aumentar a produção agrícola e restringir a proliferação de grandes propriedades rurais; à fiscalização dos impostos públicos; e ao registro da polícia com o objetivo de vigiar a deslocação dos habitantes e o controle de indivíduos suspeitos.

O império chinês é responsável pela realização de um levantamento estatístico configurado como o primeiro recenseamento da história. Esse acontecimento ocorreu por volta de 2238 a.C. por ordem do imperador Yao, que desejava conhecer com exatidão o número de habitantes, a fim de repartir o território, distribuir as terras, estabelecer os rolos de pergaminho de impostos e de proceder ao recrutamento militar.

A Bíblia traz indícios que os hebreus também realizaram recenseamentos do seu povo por volta de 1490 a.C. No quarto livro de Moisés, ao qual foi dado o nome de “Números”, está escrito que Deus mandou Moisés levantar o censo de Israel:

No segundo ano após a saída dos filhos de Israel do Egito, no primeiro dia do segundo mês, falou o Senhor a Moisés, no deserto do Sinai, na tenda da congregação, dizendo: Levantai o censo de toda a congregação dos filhos de Israel, segundo as suas famílias, segundo a casa de seus pais, contando todos os homens, nominalmente, cabeça por cabeça (Números 1. 1-2).

O fato curioso entre os hebreus naquela época, é que os recenseamentos eram tidos como sacrilégios porque se declaravam contra o segredo da vida e da criação, do qual Deus era o único detentor, sendo admissíveis os recenseamentos somente por Ele, caso contrário estes seriam atribuídos a Satanás.

É possível que essas razões servissem como uma forma da população não se ver recenseada, afinal, assim como entre os outros povos antigos, os recenseamentos em Israel geralmente também tinham fins fiscais e militares, o que poderia trazer desgraças para certas famílias ter suas riquezas, tanto de homens como de bens, inventariadas.

O império romano foi um dos mais promissores na questão dos recenseamentos dos cidadãos e dos bens. Os romanos chegaram a formar magistrados conhecidos por “censores” para assegurar o censo dos habitantes domiciliados nas terras pertencentes a Roma. Os cidadãos eram obrigados a declarar suas fortunas, seu nome, a dos seus pais, a idade, o nome da esposa assim como o dos filhos, a tribo onde residiam e o número de escravos. Caso não fornecessem algumas destas informações poderiam ficar sem os seus bens ou sem os direitos de cidadão.

De acordo com os rendimentos dos cidadãos recenseados, o Estado romano determinava a condição social, bem como, repartia as tarefas civis e militares, determinando se o cidadão teria uma função política ou militar na cidade onde morava.

Uma das curiosidades ligadas aos recenseamentos populacionais ordenados pelos imperadores romanos é a convenção referente à história em a.C. ou d.C. Os registros bíblicos revelam que em razão do recenseamento ordenado pelo imperador César Augusto, São José e a Virgem Maria tiveram que se abalar de Nazaré (Galiléia) à Belém (Judéia) para responder ao censo, que deveria ser feito no local de origem das pessoas. Assim, quando estavam a caminho de Belém, Jesus Cristo nasceu.

As estatísticas realizadas por Pipino, em 758, e por Carlos Magno, em 762, sobre as terras que eram propriedades da Igreja, são algumas das estatísticas importantes de que há referências desde a queda do império romano.

Os recenseamentos realizados até essa época não podem ser comparados com os da atualidade, pois os métodos estatísticos não eram confiáveis e não eram realizados criteriosamente, caracterizando-se de maneira simples e rudimentar. Porém, é possível dizer que o princípio da Estatística começou com as civilizações da Antiguidade.

Durante vários séculos a Estatística continuou sendo desempenhada como uma técnica de contagem, porém a partir do século XI até o início do século XVII, ganhou projeção como “assunto de Estado”. Desta forma, passou a ser utilizada pelas autoridades políticas para classificar, apresentar e interpretar os dados recolhidos no inventário ou arrolamento dos recursos da nação e para o cálculo de impostos. Assim, a Estatística deixou apenas de servir como técnica de contagem e passou também a traduzir numericamente os fatos observados, dando início à fase da *Estatística Descritiva*.

A fase da Estatística Descritiva — caracterizada pela utilização de números para descrever fatos, compreendendo ainda a simplificação de informações que podem ser muito complexas, tornando as coisas mais fáceis de entender, de relatar e de discutir — perdurou fortemente até parte do século XVII, quando se iniciou uma nova etapa da Estatística: a fase da *Estatística Analítica*.

Esse ciclo da Estatística Analítica se configurou principalmente devido à tentativa de análise quantitativa dos fenômenos sociais e do desenvolvimento das estatísticas demográficas. Fatores como a mortalidade e o tempo de vida dos habitantes; índices de nascimento de acordo com o sexo; o registro de batismos e casamentos civis; e o estudo das características das casas, o tamanho das famílias, a forma de ocupação e nível escolar de cada membro da família passaram a ser analisados não apenas numericamente, mas procurando compreender e dar interpretações das causas naturais, sociais e políticas desses fenômenos.

Nesse período, dois nomes destacam-se na história da Estatística: John Graunt (1620-1674) e William Petty (1623-1687). Ingleses e aritméticos políticos, juntos, contribuíram para o desenvolvimento da chamada Estatística Moderna com a realização e publicação dos primeiros estudos envolvendo o tratamento estatístico de dados demográficos e a tentativa de aplicar a teoria estatística a problemas reais.

Com o desenvolvimento da Teoria das Probabilidades ainda no século XVII, e a ligação dessas teorias com os conhecimentos estatísticos, a Estatística ganhou uma nova dimensão, tornando-se um instrumento científico poderoso e indispensável. É o início da era da *Estatística Inferencial*, definida como um método que torna possível a estimação de características de uma população baseadas nos resultados amostrais, ou seja, a partir da efetuação de determinada mensuração sobre uma parcela pequena e típica de uma população pode se utilizar essa informação para fazer inferência sobre toda a população.

Apesar de contribuir inicialmente com a consolidação da Estatística Inferencial, o Cálculo das Probabilidades, fundado por Pascal (1623-1662) e Fermat (1601-1665), influenciou para que a Estatística fosse marginalizada por um determinado período.

É a partir do século XVIII que a Estatística começa a caminhar para a ciência que conhecemos hoje em dia. Nesse século a palavra *Estatística* surge pela primeira vez, sendo citada pelo alemão Gottfried Achemmel (1719-1772) quando se referiu ao termo *statistik*, do grego *statizein*.

Entretanto, existem outras considerações sobre a origem da palavra *Estatística*, encontramos, por exemplo, a discussão de que ela tem origem na palavra estado, do latim *status*, pelo aproveitamento que dela tiravam os políticos e o Estado; e também que foi utilizada pela primeira vez na Itália, num trabalho do historiador Girolamo Ghilini, em 1589, que se refere a um registro da “*civile, politica, statistica e militar scienza*”.

Com o advento e o retorno das idéias da inferência estatística, vários personagens se destacaram e contribuíram para a evolução da Estatística a partir do século XVIII, sendo eles: Huygens, Bernoulli, De Moivre, Bayes, Condorcet, Laplace, Gauss, Poisson, Quételet, Galton, Pearson, Gosset, Fisher e Kolmogorov.

Do século XVIII até os nossos dias, a Estatística evoluiu consideravelmente. Se antes estava ligada apenas à idéia dos recenseamentos populacionais para o levantamento dos recursos humanos e dos bens das civilizações antigas, e de certo modo isso ainda ocorra com a Estatística ligada ao Estado; na atualidade, o seu campo de aplicação alargou-se à análise de dados em várias outras áreas e segmentos.

Sem citar que todos os governos possuem um departamento ou instituto nacional de Estatística, encontramos ainda a exploração da Estatística na Agropecuária, Biologia, Comércio, Educação, Engenharia, Física, Indústria, Informática, Medicina, Meteorologia, Psicologia, etc.

Assim, como exemplos, temos a aplicação da Estatística na Medicina para prever determinadas doenças e quais os efeitos que determinado medicamento pode ter em certos doentes. Na Engenharia para verificar o nível de controle de qualidade na obtenção da porcentagem de peças defeituosas que uma máquina pode produzir. Na Informática para avaliar o desempenho de redes de computadores. Na Agricultura para saber a eficácia e as condições dos alimentos produzidos. Na Educação para comparar os métodos de ensino e de planejamento. Além da sua aplicação nas pesquisas de opinião pública e de mercado, que podem aferir a audiência de uma emissora de televisão ou popularidade de um candidato político.

Contudo, diante do poder da Estatística, comprovado pelas suas variadas aplicações e sua utilização em diversos segmentos, é justificado porque ocupa hoje, mais do que nunca, uma posição de destaque, desempenhando um papel fundamental para o desenvolvimento mundial e, portanto, constituindo-se como uma ferramenta indispensável à sociedade contemporânea.

## **2. Alguns Personagens Importantes na História da Estatística**

O final do século XVII e início do século XVIII ficaram marcados na história da Estatística com a contribuição de Huygens, Bernoulli e De Moivre para o desenvolvimento desse campo do conhecimento.

A contribuição de *Christian Huygens* (1629-1695), matemático holandês, se deu com a introdução da noção de valor médio ou esperança matemática, em 1657. O matemático suíço, *Jacob Jacques Bernoulli* (1654-1705), contribuiu com a Estatística ao desenvolver, em 1713, a chamada Distribuição de Bernoulli, que foi a base da Distribuição Binomial. Já *Abraham De Moivre* (1667-1754), matemático francês, abriu caminho para o desenvolvimento do Cálculo das Probabilidades com a teoria do acaso (1718), expondo a definição de independência estatística junto com muitos problemas relacionados com dados e outros jogos.

Ainda no século XVIII, surge o nome de *Thomas Bayes* (1701-1761) no

desenvolvimento da Estatística. Pastor presbiteriano e matemático inglês, Bayes foi o primeiro a lançar claramente o problema fundamental da Estatística, ou seja, de que maneira, a partir das observações, é possível saber alguma coisa relativamente de um certo universo. Além disso, demonstrou, em 1762, o método que ficou conhecido pela Regra de Bayes, a qual consiste na partição do espaço amostral.

Um dos últimos personagens na história da Estatística no século XVIII foi o *Marquês de Condorcet* (1743-1794). Cientista político e matemático francês, Marie Jean Antoine Nicolas Caritat (nome verdadeiro do Marquês de Condorcet), tornou-se o primeiro a fazer a aplicação das artes mágicas do Acaso aos problemas de caráter social e a analisar metodicamente o problema das votações ao publicar a obra “Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix” (1785).

O início do século XIX foi marcado com um legado importante para a Estatística. Em 1812, com sua publicação do tratado “Teoria Analítica das Probabilidades”, o matemático e astrônomo francês, *Pierre Simon Laplace* (1749-1827) contribuiu significativamente para o desenvolvimento da Estatística. Entre os seus contributos temos: a definição de Probabilidade como o número de vezes em que um dado acontecimento pode ocorrer, dividido pelo número total dos casos que podem acontecer, considerando-se que estes têm possibilidades iguais de acontecer; e a descrição de um cálculo útil para assegurar um “grau de credibilidade racional” a proposições sobre acontecimentos aleatórios.

Outra contribuição extremamente valiosa no campo da Estatística ainda no início do século XIX foi à chamada Lei de Gauss. Astrônomo e físico alemão, e considerado ainda como o “Príncipe dos Matemáticos”, *Carl Friedrich Gauss* (1777-1855) marcou seu nome na história da Estatística ao formular a lei que trata da distribuição de certos valores ao longo de uma curva em formato de sino. A partir do seu interesse pela teoria dos erros de observação, Gauss desenvolveu a idéia da distribuição normal, ou seja, uma aproximação à distribuição de valores de uma característica, sendo que a forma exata da distribuição depende da média e do desvio padrão da distribuição.

Em razão da Lei de Gauss, outros nomes se destacaram no desenvolvimento da Estatística. Um deles foi *Siméon Denis Poisson* (1781-1840), matemático e físico francês, que além de descobrir, em 1810, a forma limitada da distribuição binomial que posteriormente recebeu o seu nome, foi um dos primeiros a se preocupar com as aplicações sociais da Estatística.

O outro foi *Adolph Quételet* (1796-1874), estatístico belga, que generalizou o uso da

distribuição normal além da sua aplicação para a análise de erros, e em particular, a aplicação desta distribuição para o estudo das características humanas, tais como altura e peso. Também foi um dos primeiros a defender a criação de um serviço autônomo de Estatística (1846) e a organizar a primeira conferência de Estatística (1853). Além disso, foi responsável pela melhoria dos métodos para a recolha de dados estatísticos, trabalhando ainda na análise estatística de dados envolvendo crime, mortalidade, geofísica e astronomia.

O Primeiro Congresso de Estatística ocorrido, em 1853, na cidade de Bruxelas (Bélgica) fez com que a Estatística passasse a ser interpretada de forma mais metodológica e deixasse de ser apenas descritiva. Desta forma, com o advento da busca de métodos de inferência, e a aplicação de técnicas estatísticas na Biologia, Genética e nas pesquisas biométricas, a Estatística passa a se desenvolver rumo a uma nova etapa, constituindo-se, portanto, no aparecimento da *Estatística Moderna*.

Neste momento, surgem novos nomes responsáveis pelo lançamento dos fundamentos da Estatística Moderna, sendo eles Galton, Pearson, Gosset e Fisher.

Antropologista, meteorologista, matemático e estatístico inglês, **Francis Galton** (1822-1911) deixou como legado para a Estatística o conceito de correlação e a sua medição pelo coeficiente de correlação. Baseando-se em seus trabalhos na medição quantitativa feita a partir da lei normal de Gauss, tentou provar que as características físicas e mentais dos seres humanos seriam devidas à hereditariedade. Assim, idealizou instrumentos para medir e comparar as características dos pais e filhos, acreditando que a inteligência, por exemplo, seria predominantemente herdada e não fruto da ação ambiental. Com isso, acabou originando com seu primo Charles Darwin uma disputa de natureza científica a respeito do processo de evolução biológica que perdurou até as primeiras décadas do século XX.

Seguidor de Galton e professor de matemática inglês, **Karl Pearson** (1857-1936) foi responsável pelo desenvolvimento da teoria da regressão e da correlação aplicada aos problemas da hereditariedade; e pela criação do teste do “qui quadrado”, também chamado de distribuição de Pearson, que se constituiu na base da Estatística das pequenas amostras de populações normais, servindo para medir a confiança de resultados estatísticos, testar hipóteses, etc. Desenvolveu ainda, o “método dos momentos” e o sistema de “curvas de frequência”, que são usados até hoje para a descrição matemática dos fenômenos naturais. Defendeu o reconhecimento da Estatística como uma disciplina científica autônoma e também a sua introdução no ensino secundário; além de ter fundado o Departamento de

Estatística Aplicada da University College London, reconhecido como o primeiro departamento universitário dedicado à estatística em todo o mundo. Por esses motivos é conhecido como “Criador da Estatística Aplicada” e “Fundador da Ciência Estatística”.

Químico e matemático inglês, e mais conhecido como *Student, William Sealey Gosset* (1876-1937) desenvolveu o “teste t de Student” baseado na distribuição de probabilidades t semelhante à curva normal reduzida, diferenciando-se desta com a introdução de um parâmetro chamado grau de liberdade, que pode ser qualquer número real maior que zero. Parte dos trabalhos desenvolvidos por Gosset na área da Estatística se deu devido à sua contratação como químico da Cervejaria Guinness em Dublin (Irlanda) no ano de 1899. Inclusive o pseudônimo de Student adotado por Gosset se deu em consequência desta cervejaria não desejar que os seus concorrentes soubessem dos métodos estatísticos utilizados para melhorar a qualidade da sua cerveja. A maioria dos trabalhos estatísticos de Gosset foi publicado na Revista *Biometrika*, fundada por Pearson.

Rival de Pearson e grande amigo de Gosset, o geneticista e estatístico inglês *Ronald Aylmer Fisher* (1890-1962) também deixou seu nome registrado na história da Estatística. Entre as suas contribuições encontram-se a distinção entre a média amostral e a média da população, o desenvolvimento de métodos estatísticos tal como o método da máxima verossimilhança, a análise de variância, os testes de hipótese, as técnicas de estimação de um parâmetro e o planejamento de experiências. Com a utilização de métodos estatísticos em seus estudos de genética acabou sendo considerado um dos maiores nomes não só na Teoria da Estatística como também na Estatística aplicada à Biologia. Durante muito tempo viveu em conflito com Pearson, onde ambos reparavam nos erros que o outro cometia, e assim acabou indo trabalhar na Estação Agrícola Experimental de Rothamsted recusando uma oferta de emprego da Universidade de Londres (University College) devido à inimizade com Pearson que trabalhava nessa instituição.

Um dos maiores matemáticos dos nossos tempos, e responsável pelas principais descobertas científicas do século XX nos campos da Probabilidade e Estatística, o russo *Andrei Nikolaevich Kolmogorov* (1903-1987) lançou as bases axiomáticas das probabilidades e desenvolveu toda uma teoria que constituiu um enorme avanço na área, instituindo um marco histórico. É dele a autoria dos axiomas das probabilidades estabelecendo que: associados aos possíveis resultados de uma experiência aleatória, existe sempre um espaço amostral e uma álgebra de acontecimentos; para todos os acontecimentos da álgebra, existe um número não-negativo, chamado probabilidade, que

se atribui a tal acontecimento; a probabilidade do espaço amostral é igual a 1; para quaisquer dois acontecimentos disjuntos (que não compartilham nenhum resultado) a probabilidade da reunião é igual à soma das suas probabilidades.

### **Considerações Finais**

O contexto histórico da Estatística reflete que há muito tempo essa área foi e continua sendo extremamente importante para a sociedade, servindo para descrever e ilustrar a conjuntura social e econômica da população, permitindo de certo modo a possibilidade de mudanças significativas para a melhoria das condições de vida das pessoas e conseqüentemente o desenvolvimento das nações.

Neste sentido, é possível evidenciar ainda, a importância da Estatística não apenas como uma ciência independente, mas também como um mecanismo a serviço de outras ciências. Sendo inclusive, desenvolvida por diversas e muitas outras áreas não relacionadas exatamente com a Estatística e a Matemática, como exemplo, o caso da Genética e das Ciências Sociais.

Contudo, se a história nos revela que a segunda metade do século XVIII e o século XIX constituíram-se no período mais promissor para a Estatística, ela ressalta ainda, que os recenseamentos realizados nas civilizações antigas e a criação da teoria das probabilidades durante o século XVII e parte do século XVIII também foram significativos para o desenvolvimento da Estatística e do conhecimento que temos dessa área na atualidade.

Esse reflexo demonstra a Estatística não como uma área nascida recentemente, mas como um campo do conhecimento construído historicamente ao mesmo tempo em que a sociedade humana foi evoluindo. Colocando-se, portanto, como uma construção do homem em decorrência das suas necessidades e como uma ferramenta a serviço do desenvolvimento da sociedade e de suas relações sociais.

### **Bibliografia Consultada**

BOYER, C. *História da Matemática*. Tradução de Elza F. Gomide. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

EVES, H. *Tópicos da história da matemática*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992.

FERREIRA, M. J.; TAVARES, I. *Dossier Didático: notas sobre a História da Estatística*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística de Portugal / ALEA, 2002. Disponível em: <<http://alea-estp.ine.pt/>>. Acesso em: 22 jan. 2007.

IMENES, L. M.; LELLIS, M. *Microdicionário de Matemática*. São Paulo: Scipione, 2003.

SILVA, I. de A. *Probabilidades: a visão laplaciana e a visão freqüentista na introdução do conceito*. 2002. 173f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

## ESTUDO QUÍMICO DA *Cipura paludosa* Aubl.(IRIDACEAE)

Elise Marques Freire CUNHA<sup>28</sup>

Mariangela Soares AZEVEDO<sup>29</sup>

### Resumo

Diante da enorme abundância de plantas com poder curativo, a região Amazônica é considerada a maior reserva de plantas medicinais do mundo. Este trabalho tem como objetivo a investigação química do bulbo da *Cipura paludosa* Aubl. (Iridaceae), que consiste nos processos de isolamento, purificação e identificação dos princípios ativos desta planta, afim de desenvolver novos fármacos com maior potencialidade e menores efeitos colaterais.

**Palavras-chave:** Planta medicinal, *Cipura paludosa*; Bulbo; Fármacos; Identificação.

### Introdução

*Cipura Paludosa* Aubl. é uma monocotiledônea que pertence à família IRIDACEAE composta por 90 gêneros e aproximadamente por 1500 espécies (SCHULTES & RAFFAULF, 1990). Esta planta é popularmente conhecida no estado de Rondônia como alho do mato, alho da campina, coqueirinho, cebolinha do campo, coquinho e vareta (CÔRREA, 1994). Seus bulbos são utilizados pela população tradicional ribeirinha, na forma de chá, no combate a doenças renais, diarreias, inflamações e para a regulação da menstruação (LUCENA, 2005). O extrato etanólico da *C. paludosa* demonstrou uma pronunciada ação antinociceptiva e anti-inflamatória contra modelos de dor e inflamação em camundongos e ratos (LUCENA, 2007).

Vários compostos, incluindo eleuterina, isoeleuterina, eleuterol, isoeleuterol, elecanacina, (HARA *et al.*, 1997), hongconina (ZHENGXIONG *et al.*, 1986) bem como antraquinonas e seus glicosídeos (KOMURA *et al.* 1983) já foram isolados dos bulbos das plantas desse gênero. Compostos presentes neste gênero apresentam uma importante atividade biológica. Hara *et al.* (1997) descreve a eleuterina como formadora de um tipo de

“complexo não-clivável” com a Topoisomerase II com atividade inibitória seletiva e estéreo específica. Estes autores descrevem a atividade inibitória da eleuterina e isoeleuterina contra a replicação do vírus HIV em H9 linfócitos. Alves *et al.*(2003) isolou e identificou eleuterinona como componente fungitóxico.

Porém, com relação, a composição química a *C. paludosa* nunca foi investigada. Este trabalho descreve a elucidação estrutural de duas naftoquinonas e três esteróides isolados dos bulbos dessa planta.

## **1. Material e Métodos**

### **1.1. Coleta, identificação e preparação do material vegetal**

A *C. paludosa* foi coletada em dezembro de 2005 na cidade de Porto Velho, e foi submetida a tratamento físico e químico para a obtenção do extrato etanólico. A identificação da espécie foi realizada com a exsicata coletada em 2000 na comunidade de Cujubim Grande, interior de Rondônia, sendo identificada pelo INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) e depositada no Herbário Dr. Ary Tupinambá Pinheiro (Porto Velho - RO) sob o número 1782.

A preparação do extrato foi realizada no LABFITO (Laboratório de Fitoquímica), conforme método descrito por Di Stasi (1996). Após a coleta, o material vegetal foi devidamente lavado. Os bulbos, parte da planta selecionada para a realização do estudo, foram cortados e pesados, apresentando  $m=1.160g$ . Este material foi condicionado à estufa FANEM modelo 320-SE para secagem, onde permaneceu por 72 horas a temperatura constante  $T=40^{\circ}C$ , após este período o material vegetal seco foi novamente pesado apresentando  $m=570g$  e em seguida foi macerado. A preparação do extrato foi feita por percolação (método de extração a frio), onde o material foi colocado em contato com álcool etílico 95% (VETEC) por 07 dias, sendo posteriormente filtrado, evaporado e colocado em contato com o respectivo solvente por mais 14 dias, o material foi evaporado com um evaporador rotativo (FISATOM mod. 802A) e com um aparelho de banho-maria (BIOPAR).

Após um período de 21 dias foi possível obter o extrato bruto ( $m=137,631g$ ).

## 1.2. Fracionamento do Extrato Etanólico e isolamento de substâncias

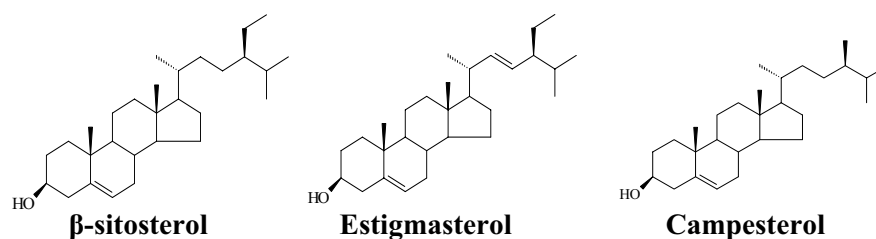
O extrato foi submetido à coluna filtrante, onde em um funil de separação (1000 mL), contendo, em sua extremidade, um tampão de algodão, foi utilizada como fase estacionária sílica gel (0,04-0,063mm) (230-400 MESH), embebida em hexano, afim de obter uma homogeneidade no preenchimento da coluna. Após assentamento da sílica foi adicionada suavemente a pastilha. Em seguida, a eluição foi efetuada por ordem crescente de polaridade utilizando os seguintes solventes: Hexano,  $\text{CHCl}_3$ , EtOAc, Acetona e MeOH. As frações foram coletadas em erlermeyers e posteriormente foram evaporadas, utilizando evaporador rotativo, obtendo-se assim 05 eluatos (Hexano,  $\text{CHCl}_3$ , EtOAc, Acetona e MeOH).

A partir do eluato  $\text{CHCl}_3$  (m=15,0065g) iniciaram-se os processos de separação de substâncias, já que o mesmo apresentava grande quantidade de cristais formados. O eluato foi macerado com sílica gel 60 (0,063-0,200mm) (70-230 MESH) afim de obter uma pastilha para ser inserida na coluna cromatográfica. A coluna utilizada, com 6,0cm de diâmetro, foi preparada utilizando sílica gel 60 (0,063-0,200mm) (70-230 MESH) como fase estacionária e hexano, como fase móvel. Após o assentamento da sílica na coluna a pastilha foi inserida lentamente para que houvesse homogeneização, com o intuito de minimizar o erro no processo de eluição das substâncias presentes no extrato.

A eluição foi feita com solventes seguindo gradiente de ordem crescente de polaridade, Hexano, EtOAc:Hexano, EtOAc, acetona:Hexano, acetona e MeOH, fornecendo 988 frações. As frações obtidas foram analisadas por CCD e reunidas seguindo o critério de semelhança no perfil cromatográfico, sendo reveladas por UV (254 nm) e por pulverização com revelador universal, seguido de aquecimento a 100°C. As frações 411-462 e 590-610 foram submetidas a métodos analíticos de isolamento de substâncias. A primeira amostra foi recromatografada e a segunda foi submetida à recristalização. Utilizando-se uma coluna de 3,0cm de diâmetro e sílica gel 60 (0,04-0,063mm) (230-400 MESH), a fração 411-462 (m=0,3428g) foi recromatografada. Os solventes utilizados foram éter de petróleo e EtOAc, em gradiente de eluição, fornecendo 264 frações, que foram reunidas de acordo com seu comportamento em CCD.

Desta coluna foram reunidas as frações (68-198), de comportamento cromatográfico semelhantes, que quando submetidas à análise em CCD, utilizando UV como revelador observou-se uma impureza na cromatoplaça. Sendo assim, estas foram

submetidas à recromatografia e as primeiras frações apresentaram cristais brancos amorfos, solúvel em  $\text{CHCl}_3$ , com ponto de fusão  $129 - 131^\circ\text{C}$ . Estas amostras foram submetidas à análise por CG/MS (TRACE GC Ultra DSQ/ Termo Electron Corporation). Esta amostra recebeu o nome de CPBC-3 e foi identificada como uma mistura de esteróides,  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol e campesterol. A identificação destes constituintes foi realizada a partir da comparação de seu espectro de massas com os obtidos por JACOB e DISNAR (2005) e com o banco de dados Mainlibul do CG/EM.



**Figura 01:** Estrutura dos esteróides isolados e identificados.

A fração 590-610, obtida a partir do eluato  $\text{CHCl}_3$ , apresentou uma grande quantidade de cristais bem formados que foram submetidos à recromatografia para isolamento e purificação da substância presente na amostra. O sólido apresentou coloração amarelo amarronzado, odor adocicado de massa 1,4896g, que foram eluídas com grau crescente de polaridade (Hexano e EtOAc:Hexano). A coluna forneceu 230 frações que foram agrupadas por CCD. Desta, a fração 115-119, foi submetida à CCD e ainda apresentou impurezas, que foram eliminadas a partir de um processo de recristalização em  $\text{CHCl}_3$ . A amostra foi dissolvida em  $\text{CHCl}_3$ , o frasco foi lacrado e envolvido com papel alumínio, para que os cristais fossem formados na ausência de luz, 07 dias depois foi observado no frasco a formação de dois núcleos equidistantes e após 04 dias observaram-se a formação de camadas sobre os núcleos, que possuem um papel muito importante para a formação do cristal, pois selecionam as moléculas corretas da solução resultando em cristais mais puros. Esta amostra recebeu o nome de CPBC-1, que após o isolamento foi submetida a análise de CG/MS e enviada à Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP onde foi submetida à análise de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ , uni e bidimensionais, para que sua estrutura pudesse ser identificada estruturalmente.

## 2. Resultados e Discussão

De acordo com as normas da IUPAC o composto  $\beta$ -sitosterol recebe o nome de 17-(5-etil-6-metil-heptan-2-il)-10,13-dimetil-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahidro-1H-ciclopenta[a]fenan-tren-3-ol, com peso molecular igual a 414,707 g/mol e fórmula  $C_{29}H_{50}O$ . O índice de retenção encontrado para o esteróide  $\beta$ -sitosterol foi de 30,28 e o encontrado na literatura é 32,75. De modo geral o fitosterol predominante entre as espécies é o  $\beta$ -sitosterol, comumente encontrado no Reino Vegetal, e os menores constituintes são o campesterol, estigmasterol, avenasterol e brassicasterol (CARRIERI; ELVIRI, 2001). Os fitosteróis vêm sendo reconhecidos como uma das substâncias que possuem atividade biológica contra câncer.

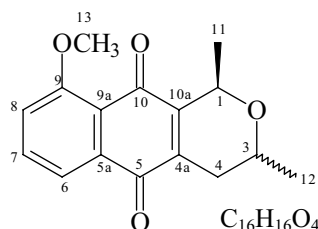
O  $\beta$ -sitosterol é utilizado como anti-inflamatório, anti-pirético, anti-neoplástico e modulador da atividade imunológica. Além disso, este esteróide ajuda na redução do colesterol existente no plasma dos seres humanos (GIESI, 2005). O espectro de massas do  $\beta$ -sitosterol é caracterizado pelo pico do íon molecular em m/z 414 e um sinal intenso em m/z 396, devido à perda de  $H_2O$ . Além dos sinais em m/z 381 (25%), 255 (44%), 145 (75%). Todos esses sinais observados no espectro de massas, condizem com os identificados na literatura (CARRIERI e ELVIRI, 2001).

O estigmasterol denominado, de acordo com as normas da IUPAC, por (3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-17-[(2S,5S)-5-etil-6-metil-hept-3-en-2-il]-10,13-dimetil-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahidro-1H-ciclopenta[a]fenantren-3-ol, apresenta peso molecular 412,7g/mol e fórmula  $C_{29}H_{48}O$ . O índice de retenção encontrado para o estigmasterol foi 28,58 e o encontrado na literatura 30,21. O espectro de massas deste esteróide é caracterizado pelo pico do íon molecular em m/z 412 (98%), o pico base em m/z 83 (100%), apontando a estrutura mais estável.

Outros picos relevantes são m/z 394 (27%), obtido após a perda de uma molécula de água, m/z 355 (58%), m/z 271 (98%), m/z 255 (75%). Estes sinais também podem ser observados na literatura (CARRIERI e ELVIRI, 2001). O campesterol tem o nome (3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-17-[(2R,5R)-5,6-dimetileptan-2-il]-10,13-dimetil-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahidro-1H-ciclopenta[a]fenantren-3-ol determinado pela IUPAC, este fitosterol apresenta peso molecular igual a 400,68 g/mol e fórmula molecular,  $C_{28}H_{48}O$ .

O índice de retenção encontrado para o estigmasterol foi 27,77 e o índice encontrado na literatura foi de 29,97, com abundância relativa de 60%. Seu espectro de massas é caracterizado pelo pico do íon molecular em m/z 400 (54%). O pico base, com abundância relativa de 100% é de m/z 340. Os outros picos observados foram m/z 382 (32%), obtido após a perda de uma molécula de água. Além dos picos m/z 315 (46%), m/z 207 (48%).

A amostra CPBC-1 apresentou cristais bem formados de coloração castanho-amarelado e odor agradável, com ponto de fusão 154 a 160°C. Esta amostra foi identificada por comparação de dados espectrais de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ , massas e com dados descritos na literatura (HARA, 1997). A investigação química do bulbo da *C. paludosa* levou ao isolamento de uma mistura de naftoquinonas denominadas eleuterina e isoeleuterina.



**Figura 02:** Estrutura geral da CPBC-1.

De acordo com as normas estabelecidas pela IUPAC as substâncias receberam os seguintes nomes: a 3-S-Eleuterina (9-metóxi-1(R),3(S)-dimetil-3,4-dihidro-1H-benzo[g]isocromeno-5,10-diona) e a 3-R-Eleuterina ou Isoeleuterina (9-metóxi-1(R),3(R)-dimetil-3,4-dihidro-1H-benzo[g]isocromeno-5,10-diona) (Figura 03).



**Figura 03:** Estruturas das naftoquinonas isoladas da *C. paludosa*.

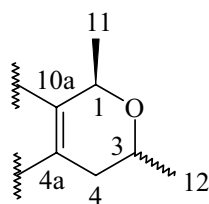
A distribuição dos dados espectrométricos foi realizada utilizando-se espectros de RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  uni e bidimensional através das correlações observadas. Para a realização das análises foi utilizado  $\text{CDCl}_3$  como solvente. O RMN de  $^{13}\text{C}$  apresentou 16 carbonos. O

espectro de  $^{13}\text{C}$  apresenta dois sinais intensos na região de  $\delta=20,91$  e  $21,34$  característicos de metila (carbono monohidrogenado) que foi atribuído aos carbonos C-11 e C-12, respectivamente. O sinal intenso com deslocamento em  $\delta=56,59$  representa uma metila que se encontra deslocada por estar ligada a um oxigênio, elemento muito eletronegativo, este grupamento recebe o nome de metoxila (C-13). Os picos  $\delta=68,87$  e  $70,39$  representam dois grupamentos CH, secundários, que estão diretamente ligados a um átomo de oxigênio, o que justifica seu deslocamento no espectro, esses sinais correspondem aos carbonos, C-3 e C-1. Os sinais apresentados em  $\delta=118,01$  a  $119,13$  correspondem a carbonos que possuem ambiente químico semelhante, e devido ao deslocamento característico, foi proposto que este pertencesse a um anel aromático, o que foi posteriormente comprovado pelo RMN de  $^1\text{H}$ . Estes deslocamentos foram atribuídos aos carbonos C-8 e C-6, respectivamente. O sinal intenso em  $\delta=30,01$  corresponde a um carbono  $\text{sp}^2$ , que encontra-se um pouco deslocado em relação às metilas, C-11 e C-12, pelo fato de estar inserido em um grupamento pirânico, este sinal foi atribuído ao carbono C-4.

Notam-se dois sinais em, aproximadamente,  $\delta=134,00$ , o sinal de menor intensidade corresponde a um carbono terciário (C-9a), enquanto o sinal com maior intensidade é referente a um carbono secundário monohidrogenado, C-7. Os sinais mais deslocados correspondem a carbonos desidrogenados que se apresentam com pouca intensidade e seu deslocamento deve-se ao oxigênio ligado a estes carbonos  $\text{sp}^2$ .

O DEPT-135 vem confirmar as informações sobre carbonos primários, secundários e terciários, apresentados no RMN de  $^{13}\text{C}$ . A atribuição desses sinais foi realizada utilizando-se experimentos de correlação (COSY) onde, através de correlações  $J_{\text{C-H}}$  identificou-se os sinais dos carbonos a partir dos deslocamentos químicos dos respectivos prótons em  $^1\text{H}$ -RMN.

O RMN de  $^1\text{H}$  mostra um duplo-dublete em  $\delta=7,62$  e  $7,72$ , sinal característico de um anel aromático trissubstituído na posição *p*-, *o*- e *m*-. O sinal mais intenso neste espectro é um singlete que se encontra em  $\delta=4,01$ , região característica de metoxilas. O tripleto em  $\delta=2,73$  é justificado por um  $\text{CH}_2$  ligado a um CH, sem apresentar deslocamento. O multiplete ( $\delta=3,56$ - $3,60$ ) é detectado nesta análise devido à ligação entre um carbono primário e uma metila. Os sinais duplicados que aparecem no espectro devem-se ao centro quiral apresentado pela molécula, que leva a sugestão da presença de epímeros. Observe a figura 04.



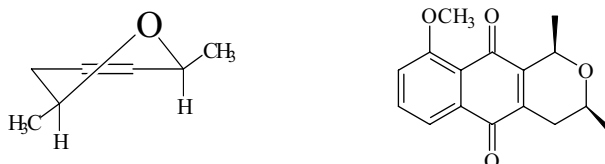
**Figura 04:** Anel pirânico da molécula CPBC-1.

Esta parte da molécula foi submetida à conformação “cadeira” para melhor visualização.



**Figura 05:** Conformação cadeira da naftoquinona Isoeleuterina.

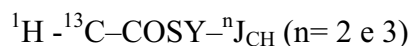
Na estrutura acima, a metila em C-3 ocupa uma posição equatorial, enquanto que o grupamento metila em C-1 ocupa uma posição pseudoaxial.



**Figura 05:** Conformação cadeira da naftoquinona Eleuterina.

Já na estrutura da eleuterina, o grupamento metila ligado a C-3 continua ocupando uma posição equatorial, enquanto que a metila em C-1 ocupa, neste caso, uma posição pseudoequatorial. Estas mudanças de conformação alteram os ambientes químicos dos hidrogênios nesse anel pirânico e leva a duplicação dos sinais dos hidrogênios que foi observado no espectro de RMN de  $^1\text{H}$ . A tabela 1 reúne os dados obtidos em todos os espectros, facilitando a compreensão dos dados.

**Tabela 01:** Dados de RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ , uni e bidimensional de CPBC-1

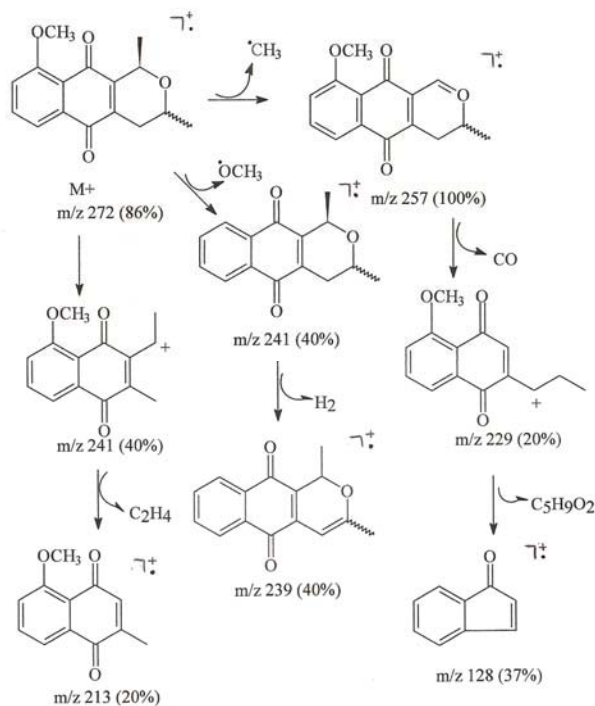


CPBC-1				
C	$\delta_{\text{C}}$	${}^1\delta_{\text{CH}}$	${}^2\delta_{\text{CH}}$	${}^3\delta_{\text{CH}}$
4 <sup>a</sup>	140,07	-	2H <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> ; H <sub>1</sub>
5	184,09	-	-	H <sub>4</sub> ; H <sub>6</sub>
5 <sup>a</sup>	119,13	-	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>
9	159,60	-	H <sub>8</sub>	H <sub>7</sub> ; 3H <sub>13</sub>
9 <sup>a</sup>	134,26	-	-	H <sub>8</sub>
10	183,73	-	-	H <sub>1</sub>
10 <sup>a</sup>	148,89	-	H <sub>1</sub>	H <sub>4</sub> ; 3H <sub>11</sub>
<b>CH</b>				
1	70,39	4,87 (1H, <i>m</i> )	3H <sub>11</sub>	H <sub>3</sub>
3	68,87	3,56-3,60 (1H, <i>m</i> )	H <sub>4</sub>	H <sub>1</sub> ; H <sub>12</sub>
6	119,13	7,72 (1H, <i>dd</i> , J=1,06; 7,63Hz)	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>
7	134,52	7,62 (1H, <i>dd</i> , J=7,63; 8,46Hz)	H <sub>6</sub> ; H <sub>8</sub>	-
8	118,01	7,26 (1H, <i>dd</i> , J=1,06; 8,46Hz)	H <sub>7</sub>	H <sub>6</sub>
<b>CH<sub>2</sub></b>				
4	30,01	2,77 (1H, <i>t</i> , J=2,62Hz)	H <sub>3</sub>	3H <sub>12</sub>
		2,73 (1H, <i>t</i> , J=2,62Hz)		
		2,154 (1H, <i>t</i> , J=2,62Hz)		
		2,19 (1H, <i>t</i> , J=2,62Hz)		
<b>CH<sub>3</sub></b>				
11	20,91	1,36 (3H, <i>d</i> , J=6,62Hz)	H <sub>1</sub>	-
12	21,34	1,54 (3H, <i>d</i> , J=6,62Hz)	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
<b>OCH<sub>3</sub></b>	56,59	4,01 (3H, <i>s</i> )		

O índice de retenção encontrado para esta substância foi de 15,42. O espectro de massas apresenta íon molecular  $\text{M}^{\bullet+}272$ , sugerindo fórmula molecular  $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_4$ , indicando, através da fórmula do grau de insaturação, que o composto possui 09 insaturações, além dos picos mais importantes: m/z 257, com 100% de abundância, apresentando-se então como pico base e os demais picos de m/z 241 (40%), m/z 239 (40%), m/z 229 (20%), m/z 213 (20%) e m/z 128 (37%).

O pico base de m/z 257 origina-se após a perda de um grupamento metila e sua maior estabilidade em relação ao pico do íon molecular devem-se ao acréscimo do número de duplas conjugadas com a saída desse grupamento, favorecendo assim a ressonância contribuindo para maior estabilidade da molécula. O pico m/z 229, obtido logo em seguida, sofre a perda de uma molécula de CO.

O pico m/z 241 é obtido após a perda de um grupamento metoxila, através de um arranjo de McLafferty. As propostas de fragmentação da CPBC-1 são apresentadas na figura 05, onde as fragmentações da molécula podem ser observadas com maior clareza.



**Figura 06:** Proposta de fragmentação de CPBC-1 a partir do Espectro de Massas.

### 3. Considerações Finais

A pesquisa desenvolvida com a *C. paludosa* envolveu investigações da medicina tradicional e popular, investigação farmacológica de extratos e eluatos e finalmente o isolamento, a purificação e a identificação de constituintes da planta.

O estudo fitoquímico utilizando o eluato  $\text{CHCl}_3$  resultou em substâncias isoladas, três delas foram identificadas como fitosteróis, largamente encontrados no reino vegetal. Os esteróides encontrados foram identificados como  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol e campesterol; a quarta substância isolada foi identificada como uma mistura epimérica de quinona, denominadas de 3-S-Eleuterina e 3-R-Eleuterina que até o presente momento não foram relatadas para a espécie vegetal em estudo.

Investigações futuras são necessárias com o objetivo de isolar outros princípios ativos e realizar de testes farmacológicos com as substâncias isoladas, objetivando

identificar se os compostos isolados são responsáveis pela atividade apresentada pela planta. Outro fator importante será a realização de testes contra doenças tropicais, usualmente diagnosticadas na população da região Amazônica.

#### **4. Agradecimentos**

Ao CNPq pela concessão da bolsa, ao Dr. Valdir Alves Facundo, a UNICAMP pelas análises espectroscópicas.

#### **5. Referências**

ALVES, T. M.A.; KLOOS, H.; ZANI, C. L.; **Eleutherinone, a novel fungitoxic naphthoquinone from *Eleutherine bulbosa* (Iridaceae)**. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Vol. 98 (5), 709-712 (2003).

CARRIERI, M.; ELVIRI, L., **Liquid Chromatography – UV determination and liquid chromatography – atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry characterization of sitosterol and stigmasterol in soybean oil**. Journal of Chromatography A, 935, p. 2489-257, 2001.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v.1, p.78, 1994.

DI STASI, L.C. **Plantas Mediciniais: arte e ciências – Um guia de estudo interdisciplinar**. São Paulo: UNESP. 1996. 230p.

GEISE, S. O.; **Estudo da composição química dos óleos florais de *Byrsomina brachybotrya* (Malpighiaceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Paraná, UFPR: Curitiba, 2005.

HARA, H.; *et al.* **Elecanacin, a novel new naphthoquinone from the bulbo f *Eleutherine Americana***. Chem. Pharm. Bull. Vol. 45 n.10; 1714-1716 (1997).

JACOB, J.; DISNAR J. R.; **Pentacyclic triterpene methyl ether in recent lacustrine sediments.** *Organic Geochemistry*, 36, p. 449-461, 2005.

KOMURA, H.; *et. al.*; **New antraquinones from *Eleuterina americana*.** *Chem. Pharm. Bull.* Vol. 31 n.11; 4206-4208 (1983).

LUCENA, G. M. R. S. **Estudo farmacológico do extrato etanólico da *Cipura paludosa* Aubl. Atividade antinociceptiva, antiinflamatória, facilitadora de memória e antioxidante.** Dissertação (Mestrado em Biologia Experimental) Universidade Federal de Rondônia, UNIR: Porto Velho, 2005.

LUCENA, G. M. R. S.; *et al.* **Antinociceptive and anti-inflammatory properties from the bulbs of *Cipura paludosa* Aubl.** *Journal of Ethnopharmacology*, doi: 10.1016/j.jep.2007.01.031, 2007.

SCHULTES, R.E.; RAFFAULF, R.F.; **The Healing Forest Medicinal and toxic Plants of the Northwest Amazonia,** Discorides Press, Portland,US, p. 218-219, 1990.

ZHENGXIONG, C.; *et al.* **Hongconin, a new naphthalene derivate from Hong-Cong, the rizome of *Eleuterine americana* MERR. et HEYNE (Iridaceae).** *Chem. Pharm. Bull.* Vol. 34 n.7; 2743-2746 (1986).

## HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA GEOMETRIA

Telma Ferreira da Silva REGIS<sup>28</sup>

Marcos Leandro OHSE<sup>29</sup>

### Resumo

Através deste artigo serão apresentados fatos históricos de grande importância que impulsionaram o desenvolvimento da Geometria, e personagens que contribuíram direta ou indiretamente para a construção e disseminação das grandes descobertas científicas dentro da Matemática, mais especificamente da Geometria. Aqui serão analisados os que, sob o ponto de vista matemático, deixaram suas contribuições.

**Palavras-Chave:** História. Geometria. Matemática.

### Introdução

Não existem registros que nos indiquem o início da utilização da geometria, no entanto, através de desenhos em cavernas, acredita-se que datam do Período Paleolítico. Os primeiros registros de matemáticos são de Heródoto e Aristóteles, sem datas específicas. Acredita-se que a origem da matemática é mais antiga do que a arte de escrever. Este artigo contém informações que datam do século XXI a.C. com as grandes construções hidráulicas que transformaram as áreas pantanosas do delta do rio Nilo (Egito), em terras aráveis, graças à utilização da geometria que, na sua origem, partia de necessidades práticas cotidianas.

O grande berço da geometria que hoje conhecemos é a Grécia. Nela nasceram os maiores geômetras que a Antiguidade produziu, e por causa de três desafios lançados no século V a.C. desenvolveu-se grande parte da geometria hoje conhecida. Como uma descoberta abre portas para outra, a geometria grega pode ser considerada a origem da geometria. Convém informar que os números, na forma em que conhecemos hoje, data de

---

<sup>28</sup> Acadêmica do Curso de Especialização em Educação Matemática da UNIR – Campus de Ji-Paraná.  
[telmaregis@msn.com](mailto:telmaregis@msn.com)

<sup>29</sup> Professor Mestre do curso de Licenciatura Plena em Matemática da UNIR, Campus de Ji-Paraná.  
[marcosohse@hotmail.com](mailto:marcosohse@hotmail.com)

épocas bem recentes, o que certamente dificultava a visualização de certas aplicações da geometria. Os fatos históricos de caráter político, econômico e militar tiveram grande importância no processo de construção da geometria, ora impulsionando, ora estancando a construção científica. Não foram poucos os grandes conquistadores que contribuíram para o desenvolvimento da ciência e da geometria.

Como proposta para uma melhor abordagem da geometria em sala de aula, será oportunizada, através de fatos e personagens históricos, o quanto a História da Geometria é importante para a motivação do estudo da Geometria.

## **1. A origem da geometria**

A geometria é um ramo importante tanto como objeto de estudo, bem como instrumento para outras áreas. Muitos consideram ser a geometria, dentre os diferentes ramos da Matemática, o que mais favorece o desenvolvimento de capacidades tais como as de abstrair, generalizar, projetar e transcender o que é imediatamente sensível. No entanto, segundo Pavanello e Andrade (2002, p. 79), a geometria não tem sido trabalhada em sala de aula, ou na melhor das hipóteses, está sendo trabalhada de forma precária.

A origem da geometria não é claramente definida na História. No entanto já no Período Neolítico, segundo Struik (1989, p. 35) surgiu a necessidade de medir o comprimento ou o volume de certos objetos. Verificou-se também que o homem Paleolítico revelou um agudo sentido para os padrões geométricos. Como bem mostram os desenhos rupestres em cavernas.

Para Boyer (2003, p. 4), “afirmações sobre a origem da matemática, seja da aritmética, seja da geometria, são necessariamente arriscadas, pois os primórdios do assunto são mais antigos que a arte de escrever”.

Heródoto e Aristóteles não quiseram se arriscar a propor origens mais antigas que a civilização egípcia, mas é claro que a geometria que tinham em mente possuía raízes mais antigas.

Na concepção de Boyer (2003, p. 5):

Podemos considerar as idéias de Heródoto e Aristóteles como representando duas teorias opostas quanto às origens da matemática, um acreditando que a origem fosse a necessidade prática, outro que a origem estivesse no lazer sacerdotal e ritual. O

fato de os geômetras egípcios serem às vezes chamados “estiradores de corda” (ou agrimensores) pode ser tomado como apoio de qualquer das duas teorias, pois cordas eram indubitavelmente usadas tanto para traçar as bases de templos como para realinhar demarcações apagadas de terras. Não podemos contradizer com segurança nem Heródoto nem Aristóteles quanto à motivação que produziu a matemática, mas é claro que ambos subestimaram a idade do assunto.

A matemática egípcia sempre foi essencialmente prática. Quando o rio Nilo estava no período das cheias, começavam os problemas para as pessoas. Para resolver esse problema foram desenvolvidos vários ramos da matemática. Foram construídas obras hidráulicas, reservatórios de água e canais de irrigação no rio Nilo. Procedeu-se a drenagem dos pântanos e regiões alagadas. Conforme Grimberg (1989, p. 47, I), entre os séculos XXI e XVIII a.C.

Os faraós estabeleceram a sua residência junto do oásis de Faium, ao sul de Mênfis. A região era pantanosa e doentia; comunicava com o Nilo por uma espécie de canal natural. Esta ligação Nilo-Faium foi melhorada por meio de diques e a irrigação regulada de acordo com as necessidades das diversas colheitas. Graças a um novo sistema de canais no interior do oásis, o pântano foi transformado em terras aráveis e férteis.

Começou-se com uma geometria elementar e uma trigonometria básica (esticadores de corda) para facilitar a demarcação de terras. Com isto procedeu-se a um princípio de cálculo de áreas, raízes quadradas e frações. Também sabemos que os egípcios conheciam as relações métricas em um triângulo retângulo. O teorema de Pitágoras, na realidade, já era conhecido por povos bem mais antigos que os gregos.

## **2. Os três problemas famosos**

Poucos documentos existem sobre a História da Geometria, porém, durante a segunda metade do quinto século circularam relatos persistentes e consistentes sobre vários

matemáticos que estavam intensamente preocupados com problemas que formaram a base da maior parte dos desenvolvimentos posteriores na geometria. Na opinião de Struik (1989, p. 75) pela primeira vez na história, um grupo de homens críticos, os ‘sofistas’, menos preocupados com a tradição, abordou problemas de natureza matemática, desenvolvendo-a mais no espírito da compreensão que da utilidade. Este período é denominado por alguns autores como “Idade Heróica da Matemática”, pois raramente, antes ou depois, homens com tão poucos recursos atacaram problemas de tal significado matemático.

Estes problemas eram os seguintes:

- I. A trisseção do ângulo, ou seja, o problema de dividir um ângulo dado em três partes iguais, utilizando na construção apenas régua e compasso;
- II. A duplicação do cubo; ou seja, encontrar o lado do cubo do qual o volume é o dobro do volume de um cubo dado (o chamado problema délico ou deliano), construir só com régua e compasso a aresta de um segundo cubo;
- III. A quadratura do círculo, ou seja, encontrar um quadrado de área igual à de um círculo dado.

Boyer (2003, p. 44) esclarece que “esses três problemas são conhecidos daí então como os ‘três problemas famosos (ou clássicos)’ da Antiguidade”. Somente 22 séculos depois seria provada a impossibilidade da resolução dos três problemas apenas com a utilização de régua e compasso. Porém, a grande maioria da matemática grega e das investigações matemáticas posteriores foram motivadas por esforços de se conseguir o impossível.

### **3. Personagens e fatos históricos importantes**

A Idade Heróica se situa principalmente no quinto século a.C. O quarto século a.C. se iniciou com a morte de Sócrates, importante filósofo que adotou o método dialético de Zenão e repudiou o pitagorismo de Arquitas. Segundo Grimberg (1989, p. 43. V) Sócrates decidira:

[...] consagrar a sua vida a uma tarefa essencial; ensinar os homens a pensar, abrir-lhes os olhos acerca do seu pouco saber verdadeiro e neles suscitar, assim, o desejo de um conhecimento válido e

nobilitante. Esta tarefa não foi realizada por meio de exortações nem de prédicas. Punha unicamente questões, até que, por fim, o interlocutor via onde ele queria chegar.

Sócrates, no entanto foi mal compreendido e foi tido como “corruptor da juventude” segundo Grimberg (1989, p. 45, V). Um dos grandes influenciados de Sócrates e seu discípulo mais famoso foi Platão, que pertencia a uma das famílias mais ricas de Atenas. Embora o próprio Platão não tenha dado contribuição específica digna de nota a resultados matemáticos técnicos, ele era o centro da atividade matemática da época e guiava e inspirava seu desenvolvimento. De acordo com Grimberg (1989, p. 54, V) Platão fundou uma comunidade, a exemplo dos pitagóricos. A Academia não era só uma escola, mas também um instituto de pesquisas científicas – poderia dizer-se a primeira universidade. De todas as escolas deste gênero, foi a que teve mais longa existência. Quando em 529 d.C. foi suprimida pelo imperador Justiniano, tinha mais de nove séculos.”Sobre as portas desta escola lia-se ‘Que ninguém que ignore a Geometria entre aqui’ Seu entusiasmo pelo assunto fez com que fosse conhecido não como matemático mas como ‘o criador de matemáticos’” (BOYER, 2003, p. 58).

Conforme Grimberg (1989, p. 60, V) Aristóteles tinha 17 anos quando se tornou aluno de Platão. Isso ocorreu em 367 a.C., e durante vinte anos, até a morte do mestre, pertenceu a Academia. Aristóteles foi o tipo autêntico do homem da ciência. Cinco anos depois da morte de Platão, o rei Filipe da Macedônia convidou Aristóteles para preceptor do príncipe Alexandre, então com a idade de 13 anos, excepcional jovem a quem a posteridade poria o nome de Grande. Foi Aristóteles o primeiro a sistematizar a lógica, criando assim um auxiliar intelectual precioso. Para Boyer (2003, p. 67) “era antes de tudo um filósofo e biólogo, mas estava completamente a par das atividades dos matemáticos”. Pode ter feito parte de uma das maiores controvérsias da época, pois foi lhe atribuído um tratado sobre retas indivisíveis. Outro preceptor de Alexandre foi Menaecmus, também discípulo de Platão, a lenda atribui a ele o célebre comentário, quando seu real discípulo lhe pediu um atalho para a Geometria: “Rei, para viajar pelo país há estradas reais e estradas para os cidadãos comuns; mas na Geometria há só uma estrada para todos” (BOYER, 2003, 66).

Segundo Grimberg (1989, p. 50, VI):

Alexandre facilitou, em grande medida, o conhecimento do Oriente, até então muito vago. Não considerava as suas conquistas

como simples operações militares, mas como grandes expedições científicas através de territórios ainda pouco conhecidos. As observações que dos mesmos trouxe foram muito úteis a Aristóteles e a outros sábios, pioneiros das ciências naturais ou historiadores.

Tal foi a importância de Alexandre e Aristóteles para o mundo grego que conforme Boyer (2003, p. 68) “na história da civilização costuma-se distinguir dois períodos do mundo grego, separadas por uma linha divisória conveniente, construída pelas mortes quase simultâneas de Alexandre e Aristóteles” antes deles, Idade Helênica e depois Idade Helenística ou Alexandrina. Grimberg (1989, p. 64, VI) afirma que “Aristóteles fez mais pela civilização do que qualquer outro sábio. Quinze séculos depois da sua morte, um dos maiores espíritos da Idade Média ainda o designa como ‘mestre de todas as ciências’”. Aristóteles foi o homem que deu à ciência o seu lugar de honra no progresso da humanidade.

A grande virtude de Alexandre consiste em que ele levou a cultura helena a todos os povos por ele governados. Isto fez com que a matemática grega recebesse e interagisse com a matemática oriental.

Já no ano 306 a.C. após a morte de Alexandre, o controle da parte egípcia do império estava nas mãos de Ptolomeu I, que criou em Alexandria uma escola ou instituto conhecido como Museu, insuperado em seu tempo. Como professores, chamou um grupo de sábios de primeira linha, entre eles surge a figura de Euclides, que se tornou célebre por ser o autor do livro de matemática mais bem sucedido de todos os tempos: *Os Elementos*. Segundo STRUIK (1989, p. 90), “*Os Elementos* são, a seguir à Bíblia, provavelmente, o livro mais reproduzido e estudado na história do mundo ocidental”.

Conforme Ávila (2004, p. 200) “Um equívoco que se comete com frequência é pensar que *Os Elementos* é uma obra apenas sobre geometria. Na verdade há muito de Aritmética e Álgebra em vários dos livros”. O que é verdade e isto se explica, pelo menos em parte, a origem do equívoco – é que a Matemática grega, nessa época em que Euclides compôs sua obra, era toda ela geometrizada.

Na verdade foram 13 volumes, dos quais os seis primeiros são sobre geometria plana e os três últimos versam principalmente sobre geometria do espaço. Confirmando Struik, Boyer (2003, p. 82) afirma que “a primeira versão impressa de *Os Elementos* apareceu em

Veneza em 1482, um dos primeiros livros de matemática impressos; calcula-se que desde então pelo menos mil edições foram publicadas”, certamente nenhum outro livro possui tantas edições. *Os Elementos* de Euclides não só constituem a mais antiga obra matemática grega importante a chegar até nós, mas o texto mais influente de toda a história.

O maior matemático do período helenístico e de toda a antiguidade segundo Struik (1989, p. 93), foi Arquimedes (287-212 a.C.) Há indícios muito fortes de que em sua juventude, Arquimedes tenha estudado com os sucessores de Euclides, em Alexandria. Com certeza ele era completamente familiarizado com a Matemática lá desenvolvida, conhecendo pessoalmente os matemáticos daquela região, mas viveu e morreu em Siracusa. Ele mesmo mandava alguns de seus resultados para Alexandria com mensagens pessoais.

Conforme Boyer (2003, p. 87), Arquimedes “foi atraído pelos três famosos problemas de geometria, e a bem conhecida espiral de Arquimedes forneceu soluções para dois deles (não, é claro, só com régua e compasso)”; ele demonstrou a solução do primeiro e terceiro problemas já citados anteriormente. Os trabalhos de Arquimedes exibem grande originalidade, habilidade computacional e rigor nas demonstrações.

Durante a Segunda Guerra Púnica, diz a lenda que Siracusa resistiu ao sítio de Roma por quase três anos, devido as engenhosas máquinas de guerra inventadas por Arquimedes para deixar seus inimigos à distância. Entre elas: catapultas para lançar pedras; cordas, polias e ganchos para levantar e espatifar os navios romanos; invenções para queimar os navios. Grimberg (1989, p. 14, VII) nos informa que “Arquimedes teria lutado contra o bloqueio incendiando os navios romanos refletindo os raios do Sol por meio de enormes espelhos”. Siracusa foi tomada em 212 a.C., Arquimedes e outros cidadãos morreram durante o saque da cidade. De acordo com Grimberg (1989, p. 16, VII) sobre sua morte conta-se:

[...] um soldado romano penetrou no jardim do sábio e o encontrou mergulhado no estudo de algumas figuras geométricas desenhadas na areia. Arquimedes estava tão absorvido que se mostrou absolutamente indiferente ao que se passava a sua volta. ‘não pise nos meus círculos!’, gritou ele ao legionário. Furioso, o romano, que ignorava a identidade deste homem singular, matou-o com o seu gládio.

Dos três grandes matemáticos do helenismo, Euclides, Arquimedes e Apolônio, este último tem sido o menos conhecido ao longo dos tempos. Apolônio representa a grandeza técnica especializada, o virtuosismo geométrico por excelência. Boyer (2003, p. 96) afirma que viveu de 262 a 190 a.C em contraposição a Struik (1989) que nos informa 247 a 204 a.C.. Na realidade, pouco se sabe sobre sua vida.

Apolônio é autor do famoso tratado *As Cônicas*, uma das principais obras de matemática da Antiguidade, compostas por oito livros ao longo dos quais Apolônio demonstra centenas de teoremas recorrendo aos métodos geométricos de Euclides. Segundo Boyer (2003) além desta obra, a única que chegou inteiramente até nós, escreveu ainda *Dividir Segundo uma Razão*. Das restantes obras, hoje perdidas, conhecem-se os seguintes títulos: *Cortar uma Área*, *Tangências*, *Lugares Planos*, *Determinar uma Secção*, *Inclinações*, *Cálculo Rápido e Comparação entre o Dodecaedro e o Icosaedro*. Da sua vasta obra científica só dois trabalhos chegaram aos nossos dias.

A geometria clássica não tinha achado um defensor ardente segundo Boyer (2003, p.125) “desde a morte de Apolônio quatrocentos anos antes” Somente no reinado de Diocleciano (284-305 d.C.) a matemática voltou a ter um geômetra que “era movido pelo mesmo espírito que animara Euclides, Arquimedes e Apolônio.” Pappus de Alexandria último geômetra grego importante, pesquisador e autor de muitos textos sobre cientistas da antiga civilização grega, entre eles Synagoge (320 d. C.) ou *Coleção Matemática*, um tratado em grego composto em oito livros dos quais o primeiro e parte do segundo extraviaram-se, onde são encontrados relatos e novas provas e temas suplementares para várias proposições de Arquimedes, Euclides, Apolônio e Ptolomeu, entre outros, sobre superfícies de revolução, planos, sólidos e lineares. Descobriu vários teoremas precursores da Geometria Projetiva, pesquisou o chamado Problema de Dido ou Isoperimétrico que, segundo Boyer (2003, p. 127), “parece estar observando de perto uma obra Sobre Figuras Isométricas, escrita quase meio milênio antes por Zenodoro (cerca de 180 a.C.)”. Curiosamente, demonstrou que, dentre as formas que as abelhas poderiam ter empregado para fazer seus favos, a adotada é a que mais economiza cera. Suas conclusões foram o ponto de partida para a invenção da geometria analítica por Descartes, treze séculos após. Junto com Diofanto, foram os dois principais geômetras da chamada Idade de Prata da Universidade de Alexandria (250-350)

Conforme Morais Filho (2004, p. 186) “a primeira mulher da qual nos chegou registro de ter trabalhado e escrito na área da Matemática foi a grega Hipatia”. Ela nasceu em

Alexandria por volta de 370. Filha de Teon, que trabalhava no Museu de Alexandria, Hipatia incentivada pelo pai, estudou matemática e astronomia na Academia de Alexandria, onde se tornou professora. Hipatia destacou-se por sua beleza, eloquência e cultura. Segundo MORAIS FILHO (187, 2004), “Hipatia tornou-se uma filósofa conhecida, chegou a ser diretora da Escola Neoplatônica de Alexandria e ministrou aulas no Museu de Alexandria.” Acredita-se que ela escreveu comentários sobre *As Secções Cônicas* de Apolônio e *Aritmética* de Diofanto e sobre o *Almagesto*.

De acordo com Morais Filho (2004, p. 187),

o fim dessa mulher foi trágico e triste. Por intermédio de Sinesius, Hipatia tornou-se íntima de Orestes, Prefeito de Alexandria. O poder político e religioso de Alexandria estava em disputa entre Orestes, e São Cirilo, O Infame, Patriarca de Alexandria. Hipatia foi acusada de aconselhar Orestes a não se reconciliar com Cirilo. Isto foi o suficiente para incitar a fúria de uma turba de cristãos fanáticos. Um dia ao chegar em casa, Hipatia foi surpreendida por esta turba enfurecida que a atacou, despindo-a, matando-a, esquartejando seu corpo e depois queimando os pedaços que se espalharam pelas ruas. Com a trágica morte de Hipatia em 415 - possivelmente a única data precisa que se conhece da sua vida - muitos também consideram que termina com ela a gloriosa fase da Matemática Alexandrina e de toda Matemática Grega.

De acordo com Morais Filho (2004, p.187) após a morte de Hipatia, a Matemática na Europa Ocidental entraria numa profunda estagnação, na qual nada mais seria produzido durante mil anos. No entanto, conforme BOYER (2003, p. 129) “o impacto dramático de sua morte em Alexandria fez com que esse ano fosse tomado por alguns como marco do fim da matemática antiga, mas um fecho mais adequado se acha um século depois”. Boyer se referia a Boécio, um filósofo e matemático romano. “Embora possa ter sido o principal matemático produzido pela Roma Antiga, o nível de sua obra está muito abaixo do nível característico dos geômetras gregos” (2003, p. 130). Escreveu uma obra baseada em Euclides contendo apenas enunciados, sem prova, de algumas das partes mais simples dos

quatro primeiros livros de *Os Elementos*. Também por problemas de ordem política Boécio foi executado em 524 ou 525, após longo encarceramento. Para Boyer (2003, p.130) “a morte de Boécio pode ser considerada como o marco do fim da matemática antiga no Império Romano do Ocidente, como a morte de Hipatia tinha marcado o fim de Alexandria como o centro matemático, mas em Atenas ainda se trabalhou por mais algum tempo”.

Na Idade Média e na Renascença difundiu-se no Ocidente a ciência dos gregos, a geometria. Os príncipes árabes e os mongóis estimularam seu estudo e obras gregas de Bizâncio. Os árabes adotaram o sistema de numeração escrita dos hindus; denominaram a Geometria - handasa (arte hindu); utilizaram, também, na Trigonometria o seno (em lugar da corda) e a tangente. Embora não tivessem tido trabalhos originais, transmitiram ao ocidente latino, juntamente com os elementos da ciência grega, os processos do cálculo numérico (com os algarismos modernos) e os do cálculo algébrico.

Para Boyer (2003, p. 186) a figura de Regiomontanus representava “o matemático mais influente do século quinze, cuja data de nascimento pode bem servir para marcar o início da nova era”, dele surgiu a ambição de adquirir, traduzir e publicar o legado científico da antiguidade matemática, mas sua morte trágica, aos quarenta anos cortou este ambicioso projeto, sendo ele em parte completado por Maurolico, padre de origem grega que nasceu, viveu e morreu na Sicília. Na opinião de Boyer (2003, p. 206) “Maurolico era um geômetra de boa cultura que fez muito no sentido de reavivar o interesse pelas obras mais avançadas da antiguidade”. A geometria na primeira metade o século XVI dependera excessivamente das propriedades elementares ensinadas em Euclides.

Boyer (2003, p. 231) nos informa que no século XVII, René Descartes, impulsionou a Geometria Analítica com a publicação de sua obra “*La Géométrie*”, que levou a geometria analítica ao conhecimento de seus contemporâneos. Introduziu uma verdadeira inovação na Geometria, descobriu que havia relação entre figuras geométricas e certos cálculos numéricos – Geometria Cartesiana.

Outra figura importante no século XVIII foi Gaspard Monge, que segundo Boyer (2003, p. 323) pode ter sido “o mais influente professor de matemática desde os dias de Euclides”. Ele lecionava uma disciplina chamada estereotomia, hoje geometria descritiva. (op cit, p. 323) “Monge deu um curso concentrado sobre esse tema a 400 estudantes, e u esboço manuscrito do curso se preservou. Esse mostra que o curso tinha alcance mais amplo, tanto do lado puro quando do aplicado, do que é usual hoje”. Monge também

aplicou outro curso de *Aplicação da análise Geométrica* que contribuiu muito para o desenvolvimento da Geometria.

Embora muito aplaudido e admirado, para o modelo axiomático de *Os Elementos* de Euclides, no que se refere ao quinto postulado, ou postulado das paralelas, suscitou questionamentos. Para Ávila (202, 2004) somente no século XIX, János Bolyai e Nikolai Ivanovick Lobachevsky publicaram independentemente um do outro, a descoberta de geometrias não-euclidianas, ou seja, geometrias que negam o postulado das paralelas. “Porém as publicações de Bolyai e Lobachevski não foram suficientes para convencer o mundo matemático da possibilidade das geometrias não-euclidianas”. Foi Beltrami quem primeiro exibiu um modelo de geometria não-euclidiana, que permitia interpretar os fatos dessa geometria, em termos da própria geometria euclidiana. Segundo Ávila “outros modelos foram construídos por Felix Klein e Henri Poincaré. Esses modelos, como o de Eugênio Beltrani, foram apoiados na geometria euclidiana”. Como consequência, era necessário reorganizar a própria geometria euclidiana, acrescentando, inclusive, os postulados que estavam faltando. Isso foi feito por vários matemáticos no final do século XIX, dentre eles David Hilber, que em 1889, publicou o livro *Fundamentos da Geometria* no qual ele faz uma apresentação rigorosa de uma axiomática adequada ao desenvolvimento lógico-dedutivo da geometria euclidiana.

### **Considerações finais**

Dentre todos os ramos da Matemática, a Geometria tem experimentado as mais diversas mudanças de opinião, ora lhe demonstram grande importância – como na Grécia Clássica quando quase todas as descobertas matemáticas eram completamente geometrizadas, ora sequer lhe é creditada qualquer importância, quando da queda de Roma, ou nos séculos que se seguiram, sem qualquer produção científica nesta área.

Os Três Problemas Célebres da Antiguidade desempenharam papel importante para o desenvolvimento da Geometria. É verdade que eles, eram impossíveis de serem resolvidos da forma proposta (utilizando apenas compasso e régua), fato que só foi comprovado vinte e dois séculos depois, no entanto toda a geometria que conhecemos hoje se originou deles.

No século III a.C. surge a obra mais importante para o estudo da Geometria, *Os Elementos*, de Euclides. A influência desta obra foi tão grande que durante quase 1500

anos poucos progressos se fizeram na geometria, a não ser a aplicação dos conhecimentos existentes ao traçado de mapas e Astronomia. Só cerca de dezenove séculos depois, o matemático francês introduziria inovação na Geometria – Geometria Cartesiana – que é algébrica, embora se conheça por Geometria Analítica.

Hoje em dia, muitos são os professores que não dão importância ao ensino da Geometria, apesar de ser um conteúdo que atrai a atenção do aluno por ser “a parte visível da Matemática”. Além disso, muito se pode extrair do contexto histórico do qual se origina a Geometria, uma vez que é rodeado de lendas e personagens históricos de grande relevância.

Toda a Geometria trabalhada no Ensino Fundamental e Médio tem sua origem nos gregos e, posteriormente aprimorada por vários matemáticos. Cabe ao professor encontrar meios de levar ao aluno formas de melhor aproveitamento desse assunto.

## **Referências**

ÁVILA, Geraldo. Euclides, Geometria e Fundamentos. **Explorando o Ensino da Matemática. Artigos V. 1.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, p. 199-205, 2004.

BOYER, Carl B. **História da Matemática.** 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2003.

GRIMBERG, Carl. **História Universal.** V. 1. Santiago: Editorial Lord Cochrane S.A., 1989.

GRIMBERG, Carl. **História Universal.** V. 5. Santiago: Editorial Lord Cochrane S.A., 1989.

GRIMBERG, Carl. **História Universal.** V. 6. Santiago: Editorial Lord Cochrane S.A., 1989.

GRIMBERG, Carl. **História Universal.** V. 7. Santiago: Editorial Lord Cochrane S.A., 1989.

MORAIS FILHO, Daniel C. As Mulheres na Matemática. **Explorando o Ensino da Matemática. Artigos V. 1.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, p. 186-191, 2004.

PAVANELLO, Regina Maria; ANDRADE, Roseli Nozaki Grave de. Formar professores para ensinar geometria: um desafio para as licenciaturas em matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano IX, n. 11A p. 78-85, abr. 2002.

STRUIK, Dirk. **História concisa das matemáticas.** Lisboa: Gradiva, 1989.

# LINGUAGEM, METACOGNIÇÃO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Kécio Gonçalves LEITE<sup>29</sup>

## Resumo

Nesse artigo, discute-se sobre a importância do domínio da linguagem e de estratégias metacognitivas para a aprendizagem da matemática formal em turmas escolares, à luz das teorias inatistas e interacionistas. O fracasso escolar dos alunos em matemática é parcialmente atribuído à falta de domínio da linguagem formal encontrada em livros didáticos, o que dificulta e desestimula o acesso aos conteúdos apresentados em teoremas e axiomas. Como sugestão de contorno dessa problemática, sugere-se a prática e desenvolvimento de estratégias metacognitivas, que possam levar o aluno tanto a se dar conta das causas de sua dificuldade de compreensão dos conteúdos matemáticos, identificadas na falta de domínio da linguagem utilizada nos livros, como ao próprio aprendizado da matemática, por meio da constante reelaboração de suas interpretações e construções conceituais.

**Palavras-chave:** Linguagem. Metacognição. Aprendizagem da matemática.

## Introdução

A importância da aquisição e domínio da linguagem para o desenvolvimento cognitivo tem sido evidenciada nas ciências da cognição em discussões acerca do desenvolvimento e da aprendizagem humana (MORATO, 2000; ABATH, 2002; MALANGA, 2004; LESSA, 2005; FÁVERO, 2006; MONTOYA, 2006, SOUZA, 2006). São bem conhecidas as polêmicas entre as correntes teóricas representadas por Piaget e Vygotsky e seus colaboradores sobre esse assunto (PIAGET, 1973; VYGOTSKY, 1996; 1998). No entanto, essas discussões não têm se limitado ao campo da psicologia, mas têm ganhado terreno em outras áreas do espaço educacional. Linguistas, filósofos, e mesmo estudiosos da neurologia têm convergido para essa problemática.

---

<sup>29</sup> Pós-graduando em Educação Matemática pela Universidade Federal de Rondônia e Professor de Matemática das Redes Municipal e Estadual de Ensino de Ji-Paraná-RO. Email: [keciogoncalves@yahoo.com.br](mailto:keciogoncalves@yahoo.com.br)

Nessas investigações, novos conceitos vão surgindo e aos poucos vão se aglutinando e convergindo para teorias que buscam explicar a importância da linguagem para o desenvolvimento e aprendizagem. Um desses novos termos é o da metacognição. O ensino de estratégias metacognitivas tem se mostrado eficiente na melhora da aprendizagem de crianças em espaços escolares, sendo diretamente relacionada ao desenvolvimento do aparato lingüístico das crianças.

No meio dessas discussões, surgem algumas questões relacionadas à aprendizagem da matemática formal em ambiente escolar. Questiona-se acerca do papel da linguagem na aprendizagem dos conteúdos matemáticos e como a atividade metacognitiva pode contribuir para o aprimoramento do ensino dessa disciplina em salas de aula.

É provável que haja uma forte relação entre o domínio da linguagem e a construção dos conceitos matemáticos. Por outro lado, é fato que grande número de alunos tem demonstrado falta de habilidades em atividades de leitura e argumentação, o que pode estar dificultando o acesso destes estudantes aos conteúdos apresentados em livros didáticos e abordados pelos professores em linguagem de pouco domínio dos alunos. Nesse contexto, propõe-se aqui uma discussão acerca desses principais conceitos e dessa problemática, partindo-se da análise da literatura pertinente e de alguns resultados apresentados por pesquisadores das áreas envolvidas.

## **1. A linguagem: aquisição e desenvolvimento**

Teorias inatistas e interacionistas divergem quanto à origem, aquisição e desenvolvimento da linguagem. Em 1975, chegou a ser promovido pelo Centro Royaumont para uma Ciência do Homem um simpósio cujo objetivo era proporcionar um debate entre os programas científicos de Chomsky e de Piaget, a fim de se chegar a algum ponto convergente entre as teorias distintas (EICHLER, 2005).

Para os inatistas, a linguagem seria pré-determinada geneticamente, o que explicaria o fato de crianças poderem construir frases que nunca ouviram ou de estranharem enunciados gramaticalmente incorretos. Segundo essa teoria, existiria um tipo de gramática natural, inerente ao próprio ser humano (ABATH, 2002).

Contrapondo-se a essas explicações, os interacionistas defendem a teoria de que a linguagem é socialmente adquirida a partir das relações que se estabelecem entre o sujeito e o meio em que se encontra. Sendo assim, o desenvolvimento da linguagem pode se dar

em níveis e ritmos diferentes, dependendo da situação social em que se encontra a criança e dos estímulos aos quais está exposta.

Cada uma das correntes procura justificar seus postulados com pesquisas e evidências advindas da observação e experimentação. Nesse sentido, resultados encontrados por Veras (2005) apontam para o fato de que crianças expostas precocemente a níveis distintos de linguagem apresentaram diferenças qualitativas e quantitativas no desenvolvimento da linguagem. A pesquisadora investigou os aspectos interacionais de díades mães-crianças com atraso na linguagem expressiva e de mães-crianças com desenvolvimento típico da linguagem. Os resultados indicaram que as crianças do segundo grupo, submetidas ao *input* lingüístico materno característico do grupo, apresentaram mais fala espontânea e respostas verbais adequadas; e que as crianças do primeiro grupo, cujas mães possuíam atraso no desenvolvimento da linguagem, apresentaram mais respostas não-verbais, repetição espontânea e ausência de respostas.

Em pesquisa realizada por Fontes (2004), verificou-se que programas interativos de leitura de histórias podem ter um impacto positivo no desenvolvimento da linguagem oral de crianças de classe sócio-econômica baixa. A autora estudou dois grupos de crianças com níveis comparáveis de desenvolvimento da linguagem no início do experimento, e observou que as crianças do grupo experimental excederam as crianças do grupo controle em todas as medidas de compreensão de história e vocabulário administradas após o término do programa de treinamento. Por sua vez, Conti-Ramsden (1990), em estudo comparando o desenvolvimento lingüístico de 28 díades mãe-criança, sendo 14 crianças com atraso na linguagem, verificou que a relativa ausência de reformulações no *input* materno é um dos fatores condicionantes desse atraso, evidenciando assim a influência do meio no desenvolvimento da linguagem das crianças.

Estes resultados, embora não contradizendo a teoria inatista, corroboram com a teoria interacionista da aquisição da linguagem.

Ainda acerca da aquisição e desenvolvimento da linguagem, Vygotsky (1996; 1998) é da opinião de que a linguagem não só é adquirida socialmente, como, durante o processo de aquisição, a criança não é passiva, de modo que esse processo não ocorre linearmente, como sugere Piaget (1973), mas depende fortemente da ação do aprendiz. Esse é um dos pontos de divergência surgidos entre os interacionistas, que têm em Vygotsky e Piaget seus representantes.

Do ponto de vista social e quanto aos fins da educação escolar, a teoria que se elege dominante pode refletir o modo como é tratado o ensino da linguagem na escola. Politicamente, o domínio da linguagem pode se transformar num instrumento de poder, sendo que crianças advindas de classes sociais desfavorecidas podem ser marginalizadas no processo de seu desenvolvimento, contribuindo para a manutenção e reprodução do modelo social vigente. Por outro lado, o potencial transformador da educação pode passar pelo bom ensino da linguagem, minimizando o fracasso escolar através de ações que promovam o real desenvolvimento da linguagem em crianças de classes sociais desfavorecidas.

Nesse sentido, Soares (2002) adverte para o fato de que a escolha da variante a ser ensinada na escola pode promover a exclusão e acabar por estigmatizar a linguagem utilizada pelos alunos. Bagno (1999) é da opinião de que, no Brasil, o tipo de linguagem dominante é funcional e, embora seja traço distintivo de uma classe social dominante, é também elemento transformador, uma vez que pode possibilitar o acesso dos dominados ao conhecimento culturalmente elaborado. Nessa mesma direção, Chassot (2003) sugere a alfabetização científica como meio de acesso ao conhecimento específico tratado no espaço escolar. Nesse sentido, a linguagem utilizada em livros didáticos e pelos professores das diversas disciplinas passa a ser objeto de estudo.

Nesse contexto, entre as possíveis análises a serem desenvolvidas por educadores matemáticos, pode estar a de verificar os efeitos provocados pelo tipo de linguagem encontrada pelo aluno em livros didáticos, na elaboração dos teoremas e axiomas. A linguagem excessivamente técnica e distante da modalidade de domínio dos estudantes pode estar contribuindo para a aversão e maus rendimentos dos escolares na disciplina de matemática.

Poder-se-ia discutir aqui a relação entre linguagem e pensamento, mas isso extrapolaria o espaço desse artigo. Por hora, basta lembrar que, embora muitas tenham sido as polêmicas surgidas sobre o tema, as relações entre pensamento e linguagem ainda suscitam muitas discussões e debate. Se, por um lado, pesquisas, como em Lessa (2005), contestam a idéia que propõe um papel central e fundante da linguagem no processo de construção do conhecimento matemático e, por extensão, do pensamento, por outro lado, pesquisadores como Fávero (2006) rejeitam a dicotomia entre linguagem e pensamento e sustentam que há uma interdependência entre os dois.

Para a continuação da discussão a que se propõe este artigo, convém analisar a interface linguagem-metacognição, uma vez que a atividade metacognitiva tem se mostrado útil na aprendizagem dos conteúdos matemáticos, como se verá mais adiante.

## **2. Linguagem e metacognição**

O termo *metacognição* foi originalmente utilizado por Flavell (1976), no sentido de ser a cognição da cognição. Nas palavras de Flavell (apud DAVIS, 2005, p.211),

metacognição refere-se ao conhecimento que se tem sobre os próprios processos cognitivos, e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles, isto é, o aprendizado das propriedades relevantes da informação ou dos dados.

Nesse sentido, a metacognição exige um monitoramento ativo do indivíduo sobre seus próprios pensamentos e processos utilizados na resolução de problemas. Segundo Davis (2005), metacognição é a atividade mental por meio da qual outros processos mentais se tornam alvo de reflexão. De acordo com Figueira (2007), a atividade metacognitiva possibilita ao sujeito controlar seus processos e mecanismos de construção do conhecimento, permitindo orientar a aprendizagem sobre o mundo físico e conceitual. Segue daí a sua importância para a promoção da aprendizagem em disciplinas escolares, e da matemática em particular.

Ao se definir a metacognição como sendo o pensamento sobre o pensamento, as relações entre pensamento e linguagem voltam à tona, uma vez que nas atividades metacognitivas a verbalização se faz necessária no ato de comunicação e externalização dos pensamentos e processos, ficando notória a dependência entre pensamento e linguagem.

Fica assim evidente que, para se realizar a atividade metacognitiva, é essencial o domínio da linguagem, sem a qual o pensar sobre o pensamento se torna inviabilizado.

Pelo que se discutiu até aqui, pode-se especular que uma possível causa para o mau rendimento de grande número de alunos de escolas brasileiras na disciplina de matemática pode estar sendo (sem querer reduzir a complexidade do fenômeno) tanto a falta de treino em atividades metacognitivas como a falta de domínio da linguagem em nível suficiente à compreensão e construção dos conceitos.

Essa importância da atividade metacognitiva para a aprendizagem da matemática será discutida a seguir a partir dos resultados de pesquisas realizadas com escolares.

### **3. Metacognição e aprendizagem da matemática**

No âmbito educacional, investigações a respeito do papel da metacognição na aprendizagem de conteúdos matemáticos em turmas escolares têm indicado que há uma significativa melhora nos rendimentos dos alunos iniciados no treino de atividades metacognitivas.

Por exemplo, em pesquisas desenvolvidas por Chahon (1999) com alunos da quarta série do ensino fundamental, verificou-se que o treino de atividades metacognitivas em aulas de matemática repercutiu positivamente sobre o rendimento acadêmico de escolares no estudo de frações. Por sua vez, em estudo realizado com 122 alunos de oitava série do ensino fundamental, Mevarech e Kramarski (2003) verificaram que alunos submetidos a treinamentos metacognitivos tiveram melhor desempenho em matemática dos que os demais estudantes.

Observa-se, portanto, que as pesquisas têm mostrado que há uma relação forte entre o treino de atividades metacognitivas e a melhora dos alunos em matemática. Isso já é evidência forte o bastante para acentuar o debate sobre o assunto e para que os pesquisadores das diferentes áreas da educação promovam investigações a respeito.

Se os resultados discutidos acima forem interpretações fiéis ao fenômeno, medidas emergenciais para o desenvolvimento da linguagem dos alunos deverão ser tomadas. E, pelo que tudo indica, a prática da atividade metacognitiva deve ser uma constante nas salas de aula.

### **Considerações finais**

O debate acerca da origem e desenvolvimento da linguagem e sua importância para o desenvolvimento cognitivo já recebeu muitas contribuições. No entanto, os reflexos disso na educação ainda não foram muitos, de modo que é necessário intensificar tais estudos em áreas específicas do meio escolar. Os resultados observados na literatura apontam para o fato de que o domínio da linguagem é condição necessária para a prática da metacognição, que por sua vez contribui consideravelmente para a melhora do rendimento dos alunos.

No que diz respeito ao ensino da matemática, cabe investigar até que ponto o tipo de linguagem utilizada na elaboração dos teoremas e axiomas e o tipo de linguagem utilizada pelos professores podem estar contribuindo para o fracasso de grande número de estudantes.

Se for constatada essa implicação, medidas reparatórias poderão ser tomadas na escola no sentido de promover o bom desenvolvimento da linguagem dos alunos em nível adequado para a aprendizagem dos conceitos matemáticos. Esse reforço no desenvolvimento da linguagem dos alunos parece ser possível, uma vez que as pesquisas realizadas sobre o assunto indicam que as crianças sofrem consideráveis influências dos estímulos lingüísticos a que são expostas no meio em que vivem.

### Referências

- ABATH, A. J. **Linguagem e pensamento: da herança Behaviorista a um ponto de vista inatista**. Lisboa: UL, Dissertação. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2002.
- BAGNO, M. **Preconceito lingüístico: o que é, como se faz**. São Paulo: Loyola, 1999.
- CHAHON, M. O uso da metacognição no ensino fundamental de matemática: uma proposta de intervenção. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, vol.3, n.51, p.52-59, 1999.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n.22, p.89-100, abr. 2003.
- CONTI-RAMSDEN, G. Maternal recasts and other contingent replies to language-impaired children. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, n. 55, p.262-274, 1990.
- DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n.125, p.205-230, ago. 2005.
- EICHLER, M. L.; FAGUNDES, L. Atualizando o Debate entre Piaget e Chomsky em uma Perspectiva Neurobiológica. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.2, n.18, p.255-266, 2005.
- FÁVERO, M.H.; PIMENTA, M. Pensamento e Linguagem: A Língua de Sinais na Resolução de Problemas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.2, n.19, p.225-236, 2006.
- FIGUEIRA, A. P. Metacognição e seus contornos. **Revista Iberoamericana de Educación**. Disponível em <http://www.rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>, Acesso realizado em 5 de maio de 2007.
- FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNIK, L. B. (ed.) **The Nature of intelligence**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1976.

- FONTES, M. J. O.; CARDOSO-MATINS, C. Efeitos da Leitura de Histórias no Desenvolvimento da Linguagem de Crianças de Nível Sócio-econômico Baixo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.1, n.17, p.83-94, 2004.
- LEITE, M. C. P.; ALMEIDA, M. M. Compreensão de Termos Científicos no Discurso da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n.4, dez. 2001.
- LESSA, M. M. L.; FALCÃO, J. T. R. Pensamento e Linguagem: Uma discussão no campo da Psicologia da Educação Matemática. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v.18, n.3, p.315-322, 2005.
- MALANGA, E. B. Linguagens e pensamento: introdução a uma abordagem interdisciplinar entre a psicopedagogia e a semiologia para a compreensão da construção do pensamento. **Cadernos de psicopedagogia**, v.3, n.6, jun. 2004.
- MEVARECH, Z.; KRAMARSKI, B. The effects of metacognitive training versus worked-out examples on students' mathematic reasoning. **The British Journal of Educational Psychology**, v.4, n.73, p.449-471, 2003.
- MONTOYA, A. O. D. Pensamento e Linguagem: Percurso Piagetiano de Investigação. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v.11, n.1, p.119-127, abr. 2006.
- MORATO, E. M. Vygotsky e a perspectiva enunciativa da relação entre linguagem, cognição e mundo social. **Educação e Sociedade**, n.71, p.149-165, jul. 2000.
- PIAGET, J. A linguagem e as operações intelectuais. IN: AJURIAGUERRA, J.; BRESSON, F.; FRAISSE, P. (Orgs.). **Problemas de psicolingüística**. São Paulo: Mestre Jou, 1973.
- SOARES, M. **Linguagem e escola - uma perspectiva social**. São Paulo: Ática, 2002.
- SOUZA, D. H. Falando sobre a Mente: Algumas Considerações sobre a Relação entre Linguagem e Teoria da Mente. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.19, n.3, p.387-394, 2006.
- VÉRAS, R.M.; SALOMÃO, N. Interações entre díades mãe-criança que apresentam a linguagem expressiva típica e díades mãe-criança que apresentam a linguagem expressiva atrasada. **Interação em Psicologia**, v.9, n.1, p.165-176, 2005.
- VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

# OTIMIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO POR SIMPLS DE COMPOSTOS EM MISTURAS COMPLEXAS UTILIZANDO A GASOLINA COMO MATRIZ ATRAVÉS DE CROMATOGRAMAS DE CG-DIC COM INTENSA SOBREPOSIÇÃO DE PICOS

*Jamile Mariano MACEDO<sup>1</sup>*

*Mariza Gomes REIS<sup>2</sup>*

*Marlon dos Reis MARTINS<sup>3</sup>*

## **Resumo**

O referido trabalho aborda o desenvolvimento de uma metodologia de extração e quantificação de compostos presentes em misturas complexas, quando encontrados sob intensa faixa de sobreposição, utilizando a gasolina como exemplo de mistura complexa. Para gerar uma intensa faixa de sobreposição foi adicionado à gasolina o MTBE (Metil t-butil éter), um aditivo sintético derivado do petróleo, que gera uma faixa de sobreposição com a fração PONA (Parafinas, oleofinas, Naftenos e Aromáticos) da gasolina. Para isso eliminar as faixas de sobreposição, fez-se uso do PLS (Partial Least Squares), um método quimiométrico de análise multivariada. As análises foram realizadas em um Cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama.

Palavras-chave: **Misturas complexas, Sobreposição de picos, Gasolina, PLS.**

## **Introdução**

Um dos maiores problemas da Química analítica é justamente a estimativa do número e concentração das espécies em misturas complexas, nesse caso, a qualidade de um método analítico decorre a partir das etapas que envolvem a separação das fases empregadas. Quanto maior for a melhoria da sensibilidade e/ou seletividade, mais eficaz é o método. O sucesso de uma técnica depende da compatibilidade das amostras com o processo desenvolvido (Augusto & Valente, 2000).

Uma série de técnicas estatísticas têm sido utilizadas para se desenvolver metodologias multivariadas com o objetivo de viabilizar a identificação das espécies presentes e determinar quantitativamente as concentrações de algumas ou todas elas.

Para análise de misturas dessa natureza, costuma-se empregar o uso da cromatografia em fase gasosa, associada às técnicas de extração/detecção/quantificação apropriados à complexidade da amostra. Essas técnicas devem levar em consideração que certas condições como, o solvente utilizado, incluindo os efeitos de sua polaridade, as condições

de injeção, como o peso da amostra, a rampa de temperatura e a volatilidade da amostra, são fatores imprescindíveis que devem ser ajustados conjuntamente para que se obtenha uma boa retenção e separação dos compostos da matriz (Shih et al, 2004).

Um caso de matriz complexa é o da gasolina, um popular derivado do petróleo, que em seu estado bruto é formada por mais de cem compostos, entre hidrocarbonetos de cadeia leve (contendo entre 4 e 12 carbonos), oxigenados, e em menor porção, nitrogênio, enxofre e compostos metálicos. A sua formulação pode demandar a utilização de diversas correntes nobres oriundas do processamento do petróleo como nafta leve (produto obtido através da destilação direta do petróleo), nafta craqueada, que é obtida através da quebra de moléculas de hidrocarbonetos mais pesados (gasóleos), nafta reformada (obtidas de um processo que aumenta a quantidade de substâncias aromáticas), nafta alquilada (de um processo que produz iso-parafinas de alta octanagem a partir de iso-butanos e oleofinas), etc (Baird, 2002). Dentre esses, há uma fração formada por parafinas, oleofinas, naftalenos e aromáticos (PONA's) (figura 1). Essa fração representa uma dificuldade em relação à análise da gasolina, pois quando uma amostra é injetada diretamente no cromatógrafo, tem-se a sobreposição dos picos dificultando ainda mais um processo analítico quando há interesse em analisar os aditivos da gasolina. Esses aditivos são geralmente antidetonantes, representados principalmente por éteres e álcoois alifáticos (Franklin et al, 2001) (figura 2).

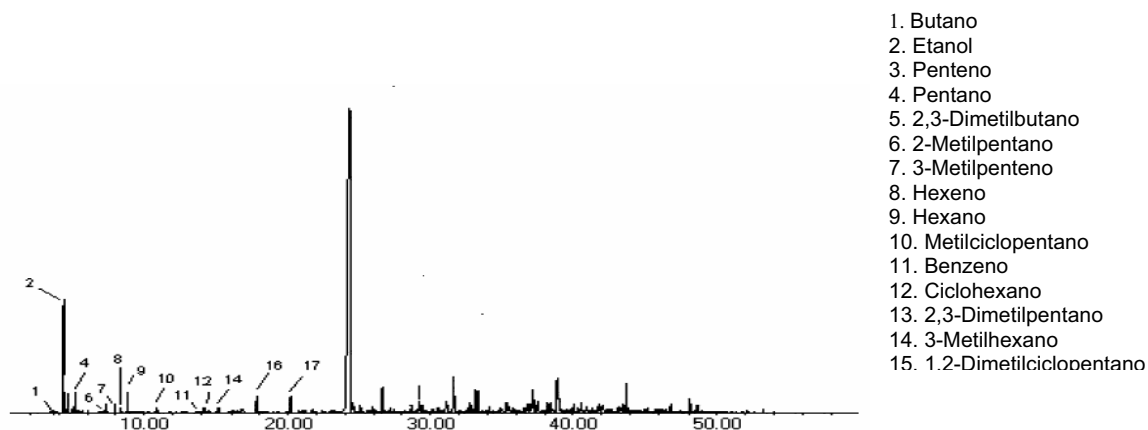


Figura 1. Cromatograma típico de amostra de gasolina. Os valores de 1 a 17 representam a fração PONA. Fonte: Franklin et al, 2001.

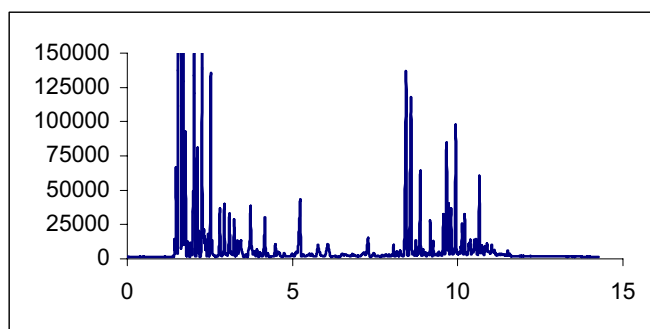


Figura 2. Análise direta de gasolina + antidetonantes = sobreposição dos picos. Fonte: LCG (Laboratório de Cromatografia Gasosa).

Os compostos antidetonantes são adicionados à gasolina com o intuito de aumentar a octanagem da mesma, ou seja, aumentar a resistência desta à compressão da mistura com o ar, acarretando em um melhor desempenho do motor do veículo (Baird, 2002). Também reduzem a emissão de gases poluentes atmosféricos, como o monóxido de carbono. A fração PONA's e essa classe de antidetonantes têm um tempo de eluição muito semelhante, no que influi em sua análise, já que não há um processo reduzido e eficiente que a viabilize (Shih et al, 2004). Por isso têm sido freqüentes os esforços no sentido de desenvolver estudos e equipamentos que facilitem esse procedimento cada vez mais viável. Sendo assim, esse trabalho visa o desenvolvimento de uma metodologia para a eliminação de faixas de intensa sobreposição em matrizes complexas, utilizando a gasolina como exemplo de mistura.

## 1. Material e Métodos

Foram coletadas amostras de gasolina aditivada diretamente da bomba de três diferentes postos, porém de mesma bandeira. Cada amostra foi analisada em triplicata e injetada diretamente no cromatógrafo (Moreira et al, 2003). A partir destas, um novo conjunto de amostras foi preparado com a adição de metanol (padrão interno) e MTBE, Vetec (Rio de Janeiro/RJ/Brasil, UV/HPLC). Neste caso, foram elaboradas misturas em frações volumétricas: *metanol: gasolina:MTBE em cinco níveis de concentração (50µL:200µL:30µL; 50µL:200µL:45µL; 50µL:200µL:60µL; 50µL:200µL:75µL; e 50µL:400µL:30)* com triplicata em cada nível. Os cromatogramas referentes a estas amostras foram usados para construção de dois conjuntos de dados, uma para construção

do modelo para estimativa da concentração do MTBE e outro para teste deste modelo. Condições cromatográficas: coluna capilar DB-1, J & Scientific INC, (20m×0.25 mm×0.25 μm), cromatógrafo- Shimadzu GC-17-A; gás carregador He (99.995%, White Martins) com vazão de 0.71 mL min<sup>-1</sup>. 2 μL; injeção manual em modo split (1:500) com temperatura de 250°C e detector a 300°C. Rampa de temperatura: 35 °C por 5.0 min; em seguida elevada sob a taxa de 2.0 °C min<sup>-1</sup> até 40 °C, e então a 290 °C a 60 °C min<sup>-1</sup>.

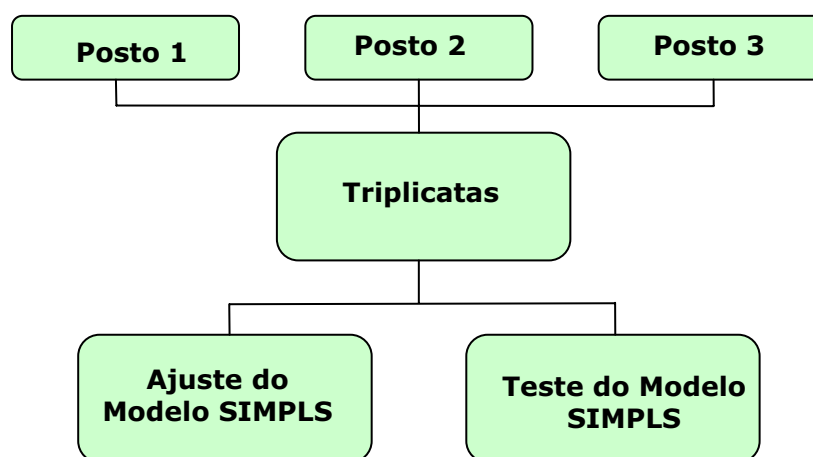


Figura 3: Fluxograma da metodologia aplicada.

## 2. Resultados e Discussão

Após a coleta, a partir das amostras dos postos de gasolina, foram preparados 5 grupos de novas amostras a serem analisadas, em diferentes concentrações de gasolina:MTBE:metanol. As massas dos componentes de cada amostra foram medidas e os cromatogramas referentes a estas amostras foram usados para construção de dois conjuntos de dados, uma para construção de um modelo a fim de estimar a concentração do MTBE e outro para testar este modelo. Foram um total de 7 amostras, sendo que três destas, eram de gasolina pura e não continham MTBE. O modelo avaliado continha 6 variáveis latentes.

Como as amostras eram injetadas manualmente, gerava então nos cromatogramas, um deslocamento dos picos. Isso justifica a presença do metanol, que quando adicionado às amostras fazia a correção dos picos eliminando o deslocamento dos mesmos.

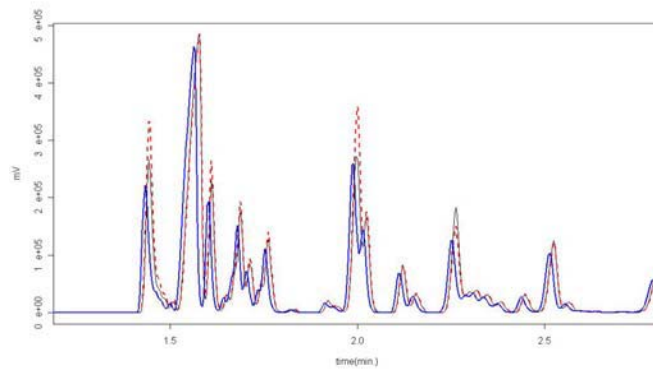


Figura 4: Picos sem metanol: Visível deslocamento

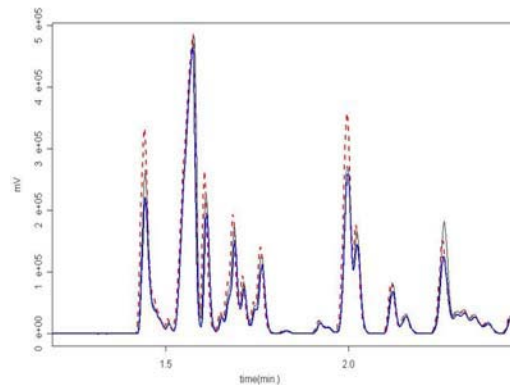
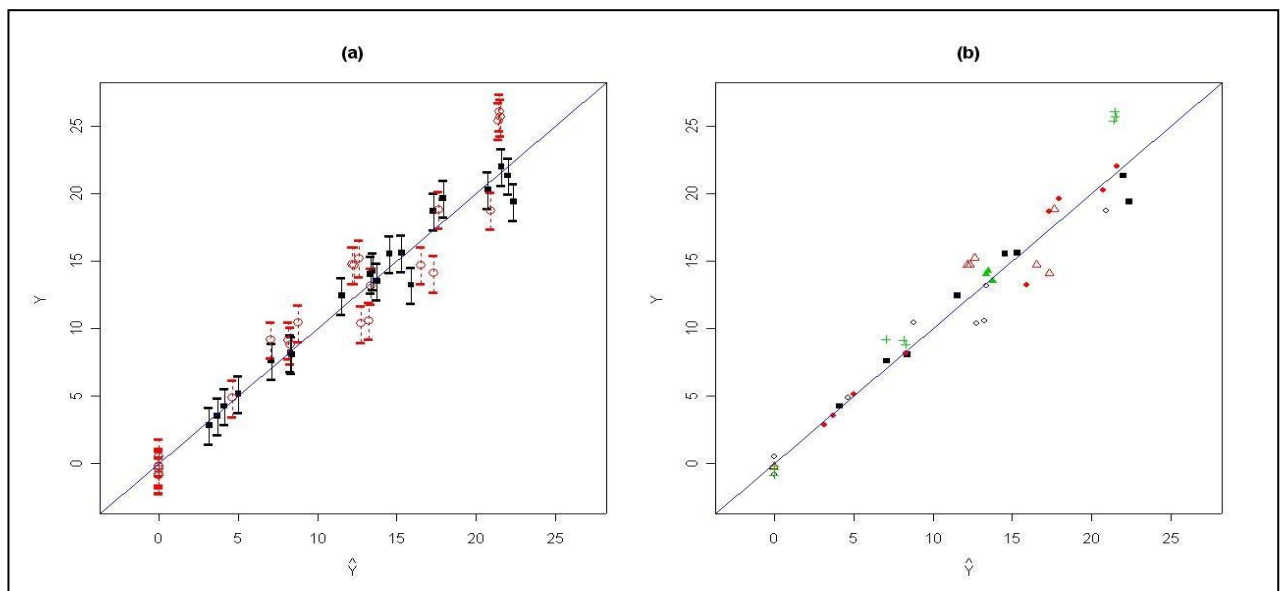


Figura 5: Normalização dos picos após adição de metanol.

Aplicando as amostras no modelo SIMPLS (Método de calibração Multivariado), fazendo uso de seis variáveis latentes, tem-se a estimativa da concentração do MTBE em %, considerando um intervalo de confiança na predição dos valores de  $\pm 1,35$ , a 95% de confiança para os valores estimados nesse intervalo.



**Figura 6:** Estimativa de MTBE %v/v pelo modelo SIMPLS, com 6 variáveis latentes.  $Y$  corresponde ao valor esperado e  $\hat{Y}$  ao valor estimado. (a) Em preto, as amostras usadas no Modelo de calibração, em vermelho as amostras correspondentes ao conjunto teste. Os traços acima e abaixo de cada ponto correspondem ao intervalo de 95% confiança. (b) As cores indicam a origem das amostras de gasolina.

### 3. Conclusão

O sucesso desta metodologia está no processo de quantificação de um analito na presença de grande sobreposição de picos cromatográficos. Um aspecto importante é sua independência da faixa de concentração. Deve ainda ser ressaltado que o problema avaliado apresenta, além da intensa sobreposição de picos, deslocamento de picos devido à injeção manual dos compostos da gasolina; problema esse contornado com a adição de metanol. O modelo final apresenta boa seletividade em relação à presença de MTBE, fato de grande relevância em problemas de sobreposição de picos, além do fato de que não confunde amostras com MTBE de amostras sem MTBE.

### 4. Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa de iniciação científica.

### 5. Referências

ATKINS, Peter; PAULA, Julio. **Físico-Química**. 7ª edição, Rio de Janeiro. LTC, 2003.

AUGUSTO, Fábio; VALENTE, Luiz. **Microextração por fase sólida**. *Química Nova*, v.23, n. 4 jul./ago. 2000.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ª ed. Bookman, Porto Alegre, 2002.

BEEBE, K.R.; Kowalski, B.R. **An Introduction to Multivariate Calibration Analysis**. *Anal. Chem.* 59:1007A.

BARROS Neto, B.; SCARMINIO, I.S.; Bruns, R.E. **Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na Ciência e na Indústria**. Editora da Unicamp. Campinas, SP, 2001.

FERREIRA, M.M.C. et. al. **Quimiometria I: Um tutorial**. Química Nova, 22 (5), 1999.

FRANKLIN, P.M et.al. **Evaluation of combustion by-products of MTBE as a component of reformulated gasoline**. *Chemosphere*, 42, (2001), 861:872.

GELADI, P.; DOWALSKI. B.R. **An example of 2-Block Prediction-least-squares Regression with simulated data**. *Anal. Chem. Acta*. 185:19, 1986.

KANAI, H. *et al*; **CG/MS analysis of MTBE, ETBE, and TAME in gasolines**.

KELLNER, R. et al. **Analytical Chemistry**, 1999.

KRAMER, Richard. **Chemometric Techniques for quantitative analysis**. Marcel Dekker. Inc. NY, 1998.

LANÇAS, F. M. **Validação de Métodos Cromatográficos de Análise**. São Carlos-SP: Ed. Rima, 2004.

LUZ, C.C. **Avaliação de Metodologia para quantificação de derivados de petróleo, BTEX, em solos e sedimentos por Microextração em Fase Sólida (SPME)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Velho-RO: UNIR, 2006.

MOREIRA, L.S.; D'AVILA, L.A.; AZEVEDO, D.A. **Automotive gasoline, quality analysis by gás chromatography: Study of adulteration**. *Chromatographia*, 58, 7/8, 2003, 502/505.

PAWLISZYN, J. **Sampling and Sample preparation for field and laboratory**. Elsevier. Amsterdam, 2002.

SALDANHA, T.C.B. *et al*; **Simultaneous analysis of Co<sup>+2</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup> e Zn<sup>+2</sup> in the ultraviolet region using 4 (pyridil-2-azo) resorcinol and multivariate calibration.** *Anal. Letter*, n. 33, 2000.

SCARMINIO, I.S. *et al*; **Calibração multivariada para sistemas com bandas sobrepostas através de análises dos fatores tipo Q.** *Química Nova*, 21(5), 1998.

SHIH, T.; Rong, Y.; Harmom, T.; Suffet, M. **Evaluation of impact of fuel hydrocarbons and oxygenates on groundwater resources.** *Environ. Sci. Techno.* 38, 2004, 42-48.

SJOSTROM, M. *et al*; **A multivariate calibration problem in analytical chemistry solved by least squares modes in latent variables.** *Anal. Chem. Acta.* 150:161, 1983.

SKOOG, L.A. *et al*; **Princípios de análise instrumental.** Bookman, Porto Alegre, 2002.

TALLHAVINI, I.C.M. **Estudo de métodos multivariados para análise e calibração de espectros.** Tese de doutorado. Unicamp, 2003.

VIEIRA, H.P. *et al*; **Otimização e validação da técnica de extração líquido-líquido com partição em baixa temperatura (ELL-PBT) para piretróides em água e análise por CG.** *Química Nova*, vol. 30, nº 3, maio/jun, 2007.

ZHANG, Y. *Chemom. Intell. Lab. Sys.* 82:165-175; 2002.  
<<http://www.laqq.iqm.unicamp.br>> Acesso em 17/05/2007.

# REPENSAR A FORMAÇÃO DE LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA É PENSAR UM DOCENTE COMPETENTE

Diléia da Silva BRUN<sup>30</sup>

## Resumo

Este artigo focaliza a formação do Professor de Matemática, a partir de uma reflexão fundamentada em estudos recentes sobre a formação de professores e em estudos oficiais como a LDB (Leis de Diretrizes e Bases da Educação), CNE (Conselho Nacional de Educação) e PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais). Com isto, propõem-se algumas mudanças na grade curricular dos cursos de Licenciatura Plena em Matemática, que enfatizam a formação por competências. Em outras palavras, uma formação que favoreça ao futuro professor condições para que saiba associar a teoria à prática da sala de aula e invista em sua formação contínua.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Formação. Currículo.

## Introdução

O país passa por uma série de problemas no setor educacional. Para se ter uma idéia, a revista Nova Escola lançou uma reportagem no mês de abril mencionando exclusivamente sobre a Profissão Professor. Ela mostra o retrato do ensino no país e o descaso de alguns estados na contribuição para a melhoria ou pelo menos com a intenção de se melhorar essa realidade nua e crua em que nos deparamos. Segundo a revista, é necessário repensar a profissão professor, visando uma melhoria plena para que se possa trabalhar coerentemente com a necessidade da população, segundo Guimarães (2007, p. 28):

Se todos concordam que a Educação brasileira vai mal, é consenso também que, se existe alguém em condições de promover essa transformação no dia-a-dia da sala de aula, esse alguém é o professor. No entanto, não basta jogar a responsabilidade e

---

<sup>30</sup> Graduada em Licenciatura Plena em Matemática pela UNIR – Universidade Federal de Rondônia, campus de Ji-Paraná/RO; Pós-Graduada em Educação Matemática, pela mesma instituição. (dilabrun@hotmail.com)

estabelecer objetivos ambiciosos sem garantir os meios (didáticos, financeiros, profissionais) para chegar lá. Num país como o nosso, em que as escolas têm autonomia para decidir diversas questões – em especial as ligadas ao currículo-, é impossível exigir que todos mudem a forma de atuação de um dia pra o outro.

Repensar a educação no país não é mais fato, é necessidade e prioridade. Afinal, a educação é o grande marco para se gerar a inclusão e o desenvolvimento social, e acima de tudo, cidadãos capazes de reconhecer seu potencial e agir sobre ele.

Com essas idéias iniciais, pode-se afirmar que o profissional professor deve ser visto como um agente do início dessa mudança educacional do país. Não se mencionará a profissão professor como um todo, mas focalizar-se-á o professor de Matemática, a partir de uma análise conjunta de toda estruturação curricular, formadora, competente e acima de tudo significativa para seu egresso do curso e conseqüentemente ingresso e permanência no setor profissional como docente.

Buscar-se-á as contribuições que a organização da grade curricular do Curso de Licenciatura em Matemática pode influenciar na formação e prática docente. Corriqueiramente se ouve mencionar que a profissão professor é escolhida por falta de opção e, ainda, que a graduação é feita com a intenção de prestar um concurso em áreas diversas, trabalhar em Instituições Bancárias e uma minoria tem a intenção de seguir a carreira profissional de professor.

Pensando nisso, seria conveniente refletir sobre estas questões: Por que a profissão professor é tão desprestigiada? Será que não seria o caso das IES (Instituições de Ensino Superior) repensarem suas propostas pedagógicas e buscarem encaminhamentos significativos que propiciem, assim, o envolvimento do docente em formação em atividades que proporcionem entusiasmo e perspectiva de se tornar um profissional da área?

O que se percebe é que nem mesmo as IES pensam em suas atividades, simplesmente faz o seu papel de “formadora”, e não mais que isso, isto é, de ir além de formar e analisar como está formando. Como seria uma proposta que repensasse a formação docente, pensasse no que está sendo proposto e propusesse um melhor caminho para se obter um

educação mais competente, mais segura, que pudessem contar com profissionais competentes e seguros por sua vez.

## **1. Repensar a formação**

Esses questionamentos de reestruturação de grades curriculares não são de hoje que vêm sendo debatidas e mensuradas na prática docente. Um exemplo disso é mencionado nos PCNs (2001, p. 19), que nos dá um breve histórico das reformas curriculares:

Os movimentos de reorientação curriculares ocorridos no Brasil a partir dos anos 20 não tiveram força suficiente para mudar a prática docente dos professores para eliminar o caráter elitista desse ensino bem como melhorar sua qualidade. Em nosso país o ensino de Matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela excessiva preocupação com o treino de habilidades e mecanização de processos sem compreensão.

Como se percebe, a grade já é fonte de pesquisa e indagação há muito tempo, e até hoje continua sendo foco de pesquisa e mensurações a respeito da sua importância e abrangência. Busca-se hoje uma plenitude em conhecimentos para se lecionar matemática, mas, para que isso seja de fato uma constante é necessário que as universidades assumam-se como promotoras de mudança. Afinal, ali é o movimento e o local de se propor idéias e ações voltadas para uma matemática do dia-a-dia e significativa para o professor e, por sua vez, para o aluno. Segundo Vasconcelos (1996, p. 9), a universidade deve repensar sua ação. Ele acrescenta:

A Universidade deve ser vista, ao mesmo tempo, como uma agência transmissora do saber consagrado, como uma agência questionadora desse mesmo saber e, ainda, como uma agência criadora de novos saberes; deve se, também, uma instituição instigadora, onde a curiosidade, a ousadia e a iniciativa sejam estimuladas.

A partir do momento que as IES coloquem essas idéias em ação, pode-se ter uma instituição competente e integrada na sua verdadeira função, que é formar docente para formar cidadãos, com visão e análise continuada da capacidade desse profissional.

Segundo parecer de Barreto (2001, p. 4) sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura, diz o seguinte:

Assim, a formação do matemático demanda o aprofundamento da compreensão dos significados dos conceitos matemáticos, a fim de que ele possa contextualizá-los adequadamente. O mesmo pode-se dizer em relação aos processos escolares em geral: o aluno chega ao ensino superior com uma vivência e um conjunto de representações construídas. É preciso que estes conhecimentos também sejam considerados ao longo de sua formação como professor. Os conteúdos curriculares dos cursos de Matemática deverão ser estruturados de modo a contemplar, em sua composição, as seguintes orientações: a) partir das representações que os alunos possuem dos conceitos matemáticos e dos processos escolares para organizar o desenvolvimento das abordagens durante o curso; b) construir uma visão global dos conteúdos de maneira teoricamente significativa para o aluno.

Esse parecer denota a importância de se levar em consideração que os conteúdos a serem abordados na montagem da grade curricular são importantes e necessários para a formação do professor, bem como a valorização do processo ensino/aprendizagem. Como estão sendo abordados e ministrados os conteúdos é um fator a se levar em conta também.

Sabe-se que não é fácil mudar uma IES, em questão de dias e meses, mas quando se lançam propostas de mudanças e redimensionamento de foco, já é um passo para se chegar ou pelo menos buscar o ideal, como nos afirma Zabalza (2004, p. 190):

O objetivo da docência é melhorar os resultados da aprendizagem dos alunos e otimizar sua formação. Isso implica, sem dúvida, grandes esforços didáticos para adequar a organização dos cursos e os métodos do ensino utilizados aos diferentes modos e estilos de

aprendizagem dos alunos e aos seus diversos interesses profissionais, já que se trata de adultos.

Outro ponto que deve ser reconhecido dentro das IES é como estão trabalhando o processo ensino/aprendizagem. Afinal, ouvem-se muitas reclamações sobre os cursos de licenciatura em matemática, que ao invés de formar professores, estão formando ou querendo formar bacharéis. Essa enigmática questão assola o setor formativo, pois é desestimulante estar numa universidade buscando uma qualificação voltada para a licenciatura e ela e os professores não se darem conta de que a abordagem dos conteúdos deveria ser diversificada e voltada para a realidade da graduação, também apontado no parecer do CNE/CP (2001, p. 18), sobre a educação superior em licenciatura do país:

A proposta pedagógica e a organização institucional de um curso de formação de professores devem estar intimamente ligadas, uma vez que a segunda tem, ou deveria ter como função, dar condições à primeira. Na prática, o que temos assistido mais comumente é a organização institucional determinando a organização curricular, quando deveria ser exatamente o contrário, também, porque ela própria tem papel formador. Isso certamente ocorre como acima mencionado, nos cursos de licenciatura que funcionam como anexos do curso de bacharelado, o que impede a construção de um curso com identidade própria.

Zabalza (2004, p. 189) esclarece a extrema necessidade de se repensar a prática docente dos professores formadores:

Uma preocupação essencial para quem desenvolve seu trabalho formativo na universidade é a reconsideração constante dos processos e das estratégias por meio dos quais os estudantes cheguem à aprendizagem. Somente a partir de um claro conhecimento desses processos estaremos em condições de poder aprimorá-los, ajustando para os métodos de ensino. No entanto, os métodos de ensino e os processos que os estudantes aplicam para realizar a aprendizagem práticas (o que a pessoa acaba aprendendo

depois de anos como professor). Por isso, o avanço nesses temas é tão pequeno.

Um erro gravíssimo que pode ser apontado nas IES, é que o aluno vê muita teoria, e não leva essa teoria para a prática, o que acaba distanciando o futuro professor das habilidades necessárias para sua profissão. O que poderia ser sugerido como proposta de mudança seria elencar projetos comunitários, que também seria uma maneira de levar a universidade para perto de quem ela visa atingir, cursos de extensão, palestras e atividades extracurriculares para melhorar a desenvoltura e competências que são essenciais para um profissional exercer sua profissão. Segundo André (2001, p. 55) “ [...] a pesquisa é um elemento essencial na formação profissional do professor. Existe também uma idéia [...], de que a pesquisa deve ser parte integrante do trabalho do professor, ou seja, que o professor dever se envolver em projetos de pesquisa-ação nas escolas ou salas de aula.”

As universidades têm a necessidade de acoplar à grade curricular disciplinas didático-pedagógicas, com a intenção de proporcionar respaldo ao que precisam saber, para saber ensinar. Afinal, educação se faz quando se pensa e se questiona o que é oferecido, com o intuito de buscar soluções e melhorar a abordagem oferecida. Isso é evidenciado por Perrenoud et al (2002, p. 161):

Logo, o panorama da educação no Brasil demanda a necessidade de se estabelecer uma prática mais reflexiva, podemos inclusive dizer com um enfoque psicopedagógico – pois a psicopedagogia abarca as questões técnico-científicas tanto sob o ponto de vista da pedagogia, quanto da psicopedagogia – qualifique o profissional da educação, possibilitando o rompimento com o antigo modelo profissional tradicional segundo o qual o processo de aprendizagem ocorria de maneira fragmentada e reducionista. O trabalho como o desenvolvimento de competências favorece esse rompimento e propõe uma expansão de consciência.

De acordo com Perrenoud, as instituições de ensino ainda guardam resquícios de métodos tradicionalistas na educação, que precisam ser repensados e questionados na prática e na perpetuação do processo ensino/aprendizagem, a fim de que ocorra a efetivação das competências do profissional da educação.

Novas tarefas passam a ser colocadas à universidade, não porque seja a única instância responsável pela educação, mas por ser a instituição que desenvolve uma prática educativa planejada e sistemática durante um período contínuo e extenso de tempo na vida das pessoas. E, também, porque é reconhecida pela sociedade como a instituição da aprendizagem e do contato com o que a humanidade pôde produzir como conhecimento, tecnologia, cultura. Novas tarefas, igualmente, se apresentam para os professores.<sup>31</sup>

De acordo com esse parecer, deve-se preconizar atividades de desenvolvimento contínuo para o planejamento das atividades extras curriculares e curriculares, ter a concepção de que a universidade deve trabalhar para transformar o currículo ideal em currículo real, incorporado e expressivo para o desenvolvimento da educação matemática na vida dos futuros professores, assim como na vida dos professores formadores.

A organização curricular das instituições de ensino superior deveria seguir algumas normas específicas na Legislação Educacional, segundo o Parecer do CNE/CP (BRASIL, 2001, p. 68), temos:

Art. 2º. A organização curricular de cada instituição de cada instituição observará, além, do disposto nos artigos 12 e 13 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB), outras formas de orientação inerentes à formação para a atividade docente, entre as quais o preparo para: I. o ensino visando o preparo do aluno; II. O acolhimento e o trato da diversidade; III. O exercício de atividades de enriquecimento cultural; IV. O aprimoramento em práticas investigativas; V. a elaboração e a execução de projetos de desenvolvimentos dos conteúdos; VI. O uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores; VII. O desenvolvimento de hábitos de colaboração e de trabalho em equipe.

Com base nessas orientações oficiais, seria oportuno apresentar algumas sugestões que certamente contribuiriam para adequar melhor os conteúdos da Licenciatura em Matemática às necessidades da sala de aula, onde os futuros professores irão atuar. Seguir essas diretrizes é seguir um padrão de ensino condizente com uma formação integrada e com o papel do docente. Os conteúdos descritos a seguir, comuns a todos os cursos de

---

<sup>31</sup> BRASIL, Conselho Nacional de Ensino. Parecer CNE/CP 9/2001

Licenciatura em Matemática, poderiam ser distribuídos ao longo do curso de acordo com o currículo proposto pela IES: Cálculo diferencial e integral; Álgebra Linear; Fundamentos de análise; Fundamentos de Álgebra; Fundamentos de Geometria e Geometria Analítica.

A parte comum deveria ainda incluir: conteúdos matemáticos presentes na educação básica nas áreas de Geometria e Análise; conteúdos de áreas afins à Matemática, que são fontes originadoras de problemas e campos de aplicação de suas teorias; conteúdos da Ciência da Educação, da História e Filosofia das Ciências e da Matemática.

As instituições deveriam analisar a demanda educacional da região para relacionarem as propostas da LDB, e elaborarem um currículo ideal para a formação do Professor de Matemática que se tornasse real nos cursos de formação de tais docentes.

### **Considerações finais**

A partir do momento que se analisa o que está sendo oferecido e o que poderia oferecer-se, já é um grande passo para mostrar que a Universidade tem que se preocupar com a educação matemática no estado e por sua vez no país. Afinal, a grade curricular demonstra a preocupação da Instituição com esta problemática.

A reestruturação da grade curricular é um dos passos fundamentais para analisar o andamento e estruturação do curso de licenciatura plena em Matemática. A grade curricular expressa diretamente a abrangência em termos disciplinares que sendo abordada e em termos de conhecimentos, tais como: conhecimentos específicos da área experimental, instrumental, profissional, dimensão cultural e política e a distribuição da carga horária, que por sua vez subsidiam as competências abordadas.

A grade curricular seria a ideal, se levasse em conta a necessária adequação do que é proposto pela LDB (Leis e Diretrizes Curriculares da Educação Nacional), pelos textos oficiais sobre a educação superior e análise do que está sendo oferecido nos cursos de Licenciatura Plena em Educação Matemática. Assim, teríamos uma formação direcionada para um profissional competente e, por sua vez, alunos e alunas participantes ativos desse desenvolvimento, de forma significativa com o processo de ensino/aprendizagem.

É importantíssimo conhecer o parecer dos acadêmicos em formação, pois transmitem ou podem transmitir idéias e uma visão do ponto de vista vivencial da formação ministrada.

As técnicas e métodos utilizados pelos professores formadores influenciam primordialmente na formação dos futuros profissionais ou já profissionais. Afinal, não é de

hoje que se comenta que o professor é espelho para o aluno. A universidade deveria preocupar-se também com os perfis dos professores que estão formando outros professores, sob a perspectiva de que esses professores universitários também se preparem para auto-formação ou formação continuada, que tanto é cobrada e que também deve contar com as condições necessárias para que se concretizem.

A educação precisa ser questionada, os métodos, os currículos, o que não pode é continuar com essa educação superficial e desinteressante para a realidade dos cidadãos e cidadãs. Para que a concepção equivocada que os alunos e alunas possuem sobre a Matemática mude, a educação matemática tem que andar de maneira diferente.

### **Referências**

BARRETOS, Francisco César de Sá. [Conselheiro, Relator]. Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura**. Brasília: CNE/CES 1.302/2001. 06/11/2001. Despacho do Ministro em 4/3/2002, publicado no Diário Oficial da União de 5/3/2002, Seção 1, p. 15.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 09/2001: **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura e de graduação plena**. Brasília, 08 de maio de 2001. Encontrado no site: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 2001. 148p.

GUIMARÃES, Arthur; FARIA, Fabiana. **Profissão Professor**. Nova Escola: a revista de quem educa. São Paulo, Ano XXII, nº 201, abr 2007.

PERRENOUD, Philippe; THURLER, Mônica Gather; MACEDO, Lino de. et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SOUZA, Paulo Natanael Pereira de. **LDB e Ensino Superior: estrutura e funcionamento**. São Paulo: Pioneira, 1997.

VASCONSELOS, Maria Lucia Marcondes Carvalho. **A formação do professor de 3º Grau**. São Paulo: Pioneira, 1996.

ZABALZA, Miguel A. **O ensino Universitário: o seu cenário e seus protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.



## ***RESENHAS***

## O “MUNDO-REAL” E O DIA-A-DIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA:

Acadêmicos: Carmen Lúcia de A. SILVA<sup>32</sup>

Rosa Rosenberger BARBOSA<sup>33\*</sup>

No artigo em questão, Meira faz uma reflexão sobre a atual situação em que se encontra o ensino, e, em particular, o de Matemática. O autor nos obriga a repensar nossa postura como educadores, considerando-nos responsáveis por parte do fracasso do ensino da Matemática, tendo em vista nossas atitudes e nossa maneira de vivenciar a Matemática.

É indispensável que passemos de objetos a sujeitos ativos, sendo, portanto, co-responsáveis neste processo. Considerar, como causa, somente o sistema ou a má preparação dos alunos isenta-nos da responsabilidade maior: a de atuar para modificar a realidade.

Essa análise nos sugere a reflexão sobre algumas questões: Por que a Matemática ocupa um lugar tão importante no currículo escolar? Será por sua beleza? Será por que nos ajuda a raciocinar logicamente? Ou, ainda: Será por que funciona como filtro social?

Essas e outras questões motivaram a pesquisa realizada pelo Prof. Dr. Geraldo Pompeu Júnior, a qual foi intitulada “Trazendo a Etnomatemática para o Currículo Escolar: uma investigação das atitudes dos professores e da aprendizagem dos alunos”.

O objetivo principal desse trabalho foi o de investigar as possíveis mudanças nas atitudes destes professores e estudantes perante a transição de uma abordagem metodológica tradicional para uma abordagem baseada nos conhecimentos e valores sócio-culturais dos alunos.

A fim de analisar as mudanças nos comportamentos dos professores e estudantes durante a pesquisa, foi aplicado questionário em três momentos distintos: antes do início da pesquisa, após a caracterização das abordagens metodológicas e após a aplicação dos projetos em salas de aula.

---

<sup>32</sup> Acadêmica do curso de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

<sup>33</sup> Acadêmica do curso de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: [anglife@correioweb.com.br](mailto:anglife@correioweb.com.br)

As dúvidas e os questionamentos devem estar presentes no processo de aprendizagem, pois estabelecem o caminho natural do desenvolvimento. Na fase de aplicação dos projetos, as dúvidas levantadas pelos alunos foram poucas devido à grande dificuldade apresentada por eles para questionar e debater.

A pesquisa mostrou também a grande barreira que é, para os alunos, trabalhar e grupos e realizar pesquisas. Este fato mostra que os alunos não se consideram capazes de contribuir, de acrescentar e de questionar.

A leitura do artigo permitiu-nos ver que mais importante do que os resultados e conclusões apresentados pela pesquisa, é ressaltar a importância de se ter iniciativas, de propor novos caminhos, de estar sempre na busca de alternativas, enfim, de romper a barreira entre a teoria e a ação e de se fazer sujeito ativo neste processo. Logo, seria interessante que todos os futuros professores de Matemática tivessem acesso a este artigo e o lessem criticamente, para ampliar suas reflexões acerca das questões aqui levantadas.

## **Referência**

MEIRA, Luciano. O “Mundo-real” e o Dia-a-Dia no ensino de Matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, Reedição, n.1, ano 9, p.19-26, jul. 2002.

## A ATITUDE NO ENSINO DA FÍSICA

Eliene Gonçalves LEMOS<sup>34</sup>

Elaine Gonçalves LEMOS<sup>35</sup>\*

Em seu artigo *A atitude no ensino da Física*, Talim apresenta o processo e os resultados de uma pesquisa sobre a atitude dos alunos em relação à Física, defendendo que tal estudo é altamente necessário para modificar o comportamento dos aprendizes e melhorar a aprendizagem destes. Indica dados de escalas e tabelas da pesquisa sobre comportamento dos aprendizes diante do ensino de Física.

O texto é sugestivo, porque procura convencer o leitor de que é imprescindível que os professores realizem pesquisas sobre a atitude dos alunos do ensino médio de uma determinada região, em relação ao ensino de Física.

O tema abordado apresenta um elevado grau de complexidade, tanto é que nas décadas dos anos 70 e 80, “as pesquisas sobre esse tema se tornaram mais raras” (RAMSDEN, 1998 apud TALIM). Segundo o autor, os fatos que causaram o baixo índice de tais pesquisas nessa época foram porque existiam perguntas às quais os alunos não conseguiam responder. Na verdade, o que estava acontecendo é que muitos estudantes estavam percebendo na Ciência uma dificuldade e até achavam que não era relevante para suas vidas, causaria problemas sociais e prejudicaria o meio ambiente. Muitos pensavam até que o ensino de Ciências era mais interessante para os homens do que para as mulheres. Entretanto, o autor apresenta este argumento: “A relação entre atitude e comportamento é importante pelo uso potencial que as pesquisas podem ter na criação de melhores estratégias de ensino”. E acrescenta: “Queremos conhecer e mudar as atitudes dos alunos porque esperamos que isso modifique o seu comportamento e melhore a sua aprendizagem”.

---

<sup>34</sup> Acadêmica do 1º período do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-paraná-RO). E-mail: eliene\_ln22@hotmail.com

<sup>35</sup> Acadêmica do 1º período do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-paraná-RO).

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: anglife@correioweb.com.br

O autor afirma que por volta dos anos de 1998, pesquisas que foram feitas com professor de Ciências constata que os mesmos têm uma visão diferente. Eles pensam que as pesquisas sobre a atitude dos alunos em relação a sua disciplina são de grande importância. Por isso Talim (p. 314) defende o seguinte:

É notável que os educadores desejem que seus alunos gostem de sua disciplina, e mesmo que sejam prejudiciais no domínio do conteúdo, eles trabalham para modificar a atitude dos alunos, pois sabem que despertando o interesse dos estudantes, haverá a continuidade dos estudos nessa área.

O autor se refere a diversos estudiosos sobre o assunto, tais como Ramsden (1998), Fishbein (1980), Simpson et al (1993), Gardner (1995) e outros, explicando os pontos de vista de cada um sobre os diversos tipos de estudo sobre atitudes. Faz também uma retrospectiva histórica da medida de atitudes. Fala ainda sobre os raros trabalhos desenvolvidos no Brasil, nessa área de investigação.

Para a realização da pesquisa em questão, o autor construiu uma escala tipo Likert, que, segundo ele, “[...] consiste em um conjunto de alternativas positivas e negativas, relacionadas ao objeto atitudinal”. O trabalho descreve em detalhes o instrumento utilizado para a coleta de dados, bem como a análise das respostas de 502 alunos de escolas particulares, estaduais e municipais.

O artigo é bastante técnico e exige um bom conhecimento de estatística, de teorias psicológicas e dos métodos utilizados pela psicologia para avaliar a relação entre atitude e comportamento.

Sendo assim, é recomendável aos professores, especialmente os de Física e de Ciências, os quais poderão tirar um grande proveito do conteúdo do estudo, caso desejem realmente despertar em seus alunos um interesse maior por alguma dessas disciplinas.

## **Referência**

TALIM, Sérgio Luiz. A Atitude no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física/ Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 313 – 324, dez. 2004.

## EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, INTELIGÊNCIA E AFETIVIDADE

Francisco de Assis R. RIBEIRO<sup>36</sup>

Geraldo Pereira SOARES<sup>37\*</sup>

No artigo *Educação Matemática, Inteligência e Afetividade*, Blumenthal apresenta uma nova visão acerca da Educação Matemática, apontando para a necessidade de se instigar o educador a trabalhar diversos aspectos no aluno, tornando-o mais susceptível à aprendizagem. Para tanto, divide o tema em quatro tópicos: *Educação Matemática, Confiança, Inteligência e Aprendizagem*.

No que se refere à *Educação Matemática*, o autor reconhece que geralmente os professores preferem adotar uma maneira tradicional de ensinar, porém, nos últimos tempos, a Educação Matemática, com seus avanços, exige alterações nos métodos. Nessa perspectiva, ele cita Carl Rogers (1971), defensor da idéia de que “[...] há uma premente necessidade social de uma conduta criativa de pessoas criativas”. Portanto, novos avanços acontecerão nessa área de ensino, exigindo professores criativos e comprometidos.

Em relação à *confiança*, o autor defende que dando simultaneamente ao aluno saber e afeto, o mesmo se torna confiante, expansivo, mais capacitado a aprender Matemática. Sobre isto, Blumenthal defende que a pessoa se sente segura “para realizar bem tarefas matemáticas propostas e para ir-se bem diante de testes ou provas matemáticas”. É evidente a necessidade de o professor atentar para essa variável, por ser tão importante e retratar a vulnerabilidade do aluno. Qualquer atitude ou mensagem indevida podem abalar a confiança e a capacidade de aprender.

Sobre o fator inteligência, na opinião do autor, há uma grande divergência entre os especialistas. Várias correntes filosóficas apresentam explicações, porém todas se tornam falhas. Embora não havendo um total consenso, é aceitável afirmar que cada um aprende

---

<sup>36</sup> Graduado em Matemática pela Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO)

<sup>37</sup> Graduando de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: anglife@correioweb.com.br

de acordo com os conhecimentos anteriormente adquiridos. Assim, segundo as teorias cognitivas, a aprendizagem matemática só ocorre à medida em que o aluno possui uma prévia referência do conteúdo. Logo, o educador matemático deveria preocupar-se em vincular sempre o novo assunto àquilo que o aluno já conhece.

Sobre *aprendizagem*, o autor faz referência à *teoria da modificabilidade cognitiva estrutural*. Nela, o mediador (professor) é responsável pela aplicação dos estímulos externos adequados. Explicita também que o ensino mediado é caracterizado, sobretudo, pela intencionalidade e pela transcendência, onde o aluno tem que estar tão comprometido a ponto de buscar o conhecimento conforme a necessidade de sanar suas dúvidas. Referindo-se ao papel do professor, destaca que este, utilizando-se das experiências de aprendizagem dos alunos, funciona como interventor, visando desenvolver as funções cognitivas deficientes. Isso corre através de estímulos, utilizando ferramentas específicas da teoria que independe da disciplina, orientando o aluno a utilizar melhor seu potencial de aprendizagem, inclusive sua inteligência.

Neste artigo, percebemos todo o esforço do autor para identificar os problemas mais comuns que interferem na boa aprendizagem, ao mesmo tempo em que indica as possíveis melhorias capazes de promover uma elevação nos índices de assimilação dos conteúdos matemáticos por parte dos alunos. Não é fácil para os educadores poderem adotar cada sugestão, justamente pelo fato dos erros já estarem embutidos nos métodos aprendidos pelos professores em sua formação. Aliás, grande parte dos futuros professores continua recebendo instruções erradas. Apesar de, na formação, muitos desses acadêmicos perceberem exatamente o oposto do que defende Blumenthal, acreditamos que, se colocado em prática cada procedimento sugerido, provavelmente o sistema educacional alcançará índices jamais vistos, especialmente no que se refere à Educação Matemática. Para isso, há ainda um longo caminho a ser trilhado onde os esforços coletivos são indispensáveis.

### **Referência**

BLUMENTHAL, Gladis R. W. Educação Matemática, inteligência e Afetividade. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n.12, ano 9, p.30-34, jun. 2002.

## ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Moizilene Chagas CÔRTEZ<sup>38</sup>

Anderson Marcolino de SANTANA<sup>39\*</sup>

No artigo *Algumas Concepções Sobre o Ensino-Aprendizagem da Matemática*, Santos procura mostrar alguns conceitos de ensino que servem para criar as situações de aprendizagem da Matemática, de uma forma caricatural. Assim, ele divide o texto em três tópicos: a concepção baldista, a concepção da escadinha e a concepção sócio-construtivista.

A *concepção baldista* trata de uma forma de aprendizagem na qual o aluno é visto, em relação ao conhecimento, como se sua cabeça fosse um balde vazio, e o professor como alguém que encherá esse “balde” com informações, através de um processo que se dá pelas definições do conteúdo, exemplos e exercícios de fixação. Dessa forma, o autor mostra que “a aprendizagem, nesse modelo, se dá pela “palavra do professor”, que é decodificada pelo aluno. E este “colocará em ação suas próprias representações sobre o objeto em questão”. O autor explica que esse modelo só terá sucesso se o aluno estiver atento e motivado.

Em relação à *concepção da escadinha*, o autor afirma que ela “se apóia na idéia de que seria possível modificar o comportamento de um indivíduo a partir de situações de estímulo e reforço de respostas positivas”, ou seja, que os professores trabalhariam de forma a estimular os alunos, ajudando-os a subir cada degrau do aprendizado. O autor também esclarece que, muitas vezes, quando o professor deixa o aluno só, ele se sente perdido, sem saber para onde ir, por não ter conseguido ter uma visão global do significado do que estava fazendo. Com isto, o autor quer dizer que o aprendiz subiu degrau por degrau, mas não conseguiu unir os conhecimentos adquiridos em cada degrau para formar um todo. Apesar disso, essa concepção tem como vantagem o fato de que o aluno é o

---

<sup>38</sup> Graduanda do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

<sup>39</sup> Graduando do curso de Licenciatura Plena em Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: [anglife@correioweb.com.br](mailto:anglife@correioweb.com.br)

centro da aprendizagem, tendo o professor como favorecedor de sua ação, e também, porque o processo de ensino se dá de acordo com as possibilidades de cada aluno.

No que se refere à *concepção sócio-construtivista*, o autor a descreve como um modelo de aprendizagem que coloca o aluno na situação de alguém que tem um problema e precisa construir suas próprias ferramentas para resolvê-lo, não podendo, assim, ficar em uma situação passiva. Ele também explica que muitas vezes o aluno passa por uma fase de desequilíbrio, ao colocar em questão seus conhecimentos prévios. E estes saberes são mobilizados na hora de resolver um certo problema. Sendo assim, “a responsabilidade pela construção de um novo conhecimento é colocada nas mãos do aluno, sendo facilitada pelo aparecimento do conflito sócio-cognitivo”.

Neste artigo o autor procurou mostrar as vantagens e desvantagens de o professor adotar esta ou aquela concepção de aprendizagem, demonstrando que cada uma apresenta suas particularidades e seus pontos de apoio. Mas é importante ressaltar que para que o aprendizado tenha sucesso tanto para alunos como para professores, estes devem procurar fazer o melhor. Assim, mesmo que os erros apareçam, serão apenas mais uma parte do período de aprendizado e depois poderão ser revistos e corrigidos facilmente.

Não foi intenção de Santos indicar o melhor caminho, ou seja, qual a concepção de aprendizagem mais adequada para o ensino da Matemática.

O texto em referência apresenta uma linguagem de fácil entendimento. Por isto, a leitura deste artigo é indicada não só a professores de Matemática, mas também a estudantes, pois ajuda a entender um pouco mais sobre o ensino-aprendizagem da disciplina em questão.

### **Referência**

SANTOS, Marcelo. Câmara. Algumas concepções Sobre o Ensino-Aprendizagem de Matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n. 12, ano 9, p. 11-15, jun.2002.

## EQUAÇÃO DO 2º GRAU: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA.

Nayara Longo SARTOR<sup>40</sup>

Ângela Maria Liberalquino Ferreira<sup>41</sup>

No artigo *Equação do 2º grau: uma abordagem histórica*, Fragoso aborda um histórico da evolução da equação polinomial de 2º grau. São apresentadas as civilizações que cooperaram para o melhoramento da escrita e resolução destas equações. Também, nesse artigo, são comprovadas construções geométricas de Descartes, Leslie e Staudt, a fim de enfatizar a exatidão de métodos geométricos de resolução.

Segundo o autor, quando se pensa em “História da Matemática”, é comum lembrar de civilizações antigas. Portanto, a abordagem histórica foi voltada para o Egito, a Mesopotâmia, a Grécia, a Índia, o Mundo Árabe, a China, a Europa e, finalmente, o Mundo Atual.

Na visão do autor, apesar dos egípcios terem se desenvolvido de forma marcante na área da Matemática, e dos pesquisadores e historiadores suspeitarem de que essa civilização teria contribuído com alguma técnica de resolução do assunto, não foi encontrado nenhum registro que comprovasse essa suposição. Isso pode ser percebido no seguinte trecho: “*Essa crença baseia-se na resolução do 2º grau da forma  $x^2 + y^2 = k$ , sendo  $k$  um número positivo*”.

Na Mesopotâmia, conforme relata o autor, foi encontrado, em uma tábua de argila, através de palavras, o primeiro registro de equação polinomial do 2º grau. Foi considerada como uma “*receita matemática, infalível para solucionar tal tipo de equação e que fornecia somente uma raiz positiva*”.

A não praticidade do sistema de numeração grego e a dificuldade com o tratamento dos números irracionais e fracionários e a habilidade pela geometria, conforme o autor faz referência, fez com que os gregos fornecessem a solução de equações polinomiais do 2º grau através de construções geométricas. Como os mesopotâmios, os gregos forneciam como resultado uma única raiz positiva. A resolução da equação  $x^2 + ax + b^2 = 0$ , por meio

---

<sup>40</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO).

<sup>41</sup> Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Linguística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: [anglife@correioweb.com.br](mailto:anglife@correioweb.com.br)

do processo grego, seria  $x_1 = AQ$ . Atualmente, sabemos que o segmento QB fornece o valor da outra raiz, ou seja,  $x_2 = QB$ .

O autor afirma que a Índia produziu grandes personagens. Entre eles destacam-se *Bháskara de Akaria e Sridhara*. Bháskara desenvolveu, no século XII, a solução que mais se assemelha à utilizada atualmente.

Sob o ponto de vista do autor, no mundo Árabe, aconteceu, em 641 d.C., o incêndio no Museu de Alexandria, o que destruiu o conhecimento ocidental. Mas foi no mundo Árabe que ocorreu também a preservação através dos patronos da cultura abássida, al-Mansur, Harum al-Rachid e al-Mamum.

Na Chia, segundo o autor, o último e maior dos matemáticos chineses, *Chu Shih-Chieh*, desenvolveu uma técnica especial para a resolução da equação, baseada em aproximações sucessivas, que foi abordada de forma eloqüente, com grande precisão. A descoberta desse método, chamado de *fan-fan*, foi reivindicado pelo inglês *Willian George Horner*, que “*é um grande equívoco, mas que é aceito por muitos matemáticos de nossos dias*”. A partir de então, esse método passou a ser chamado de *Método de Horner*.

Seguindo a opinião do autor, na Europa, a partir do século XVIII, foi obtida a solução da famosa fórmula de Bháskara, e aperfeiçoada no século seguinte: 
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
.

Entre os séculos XV e XVIII, conforme o autor, muitos foram os matemáticos que desenvolveram formas diferentes de resolver as funções de 2º grau. Dentre eles destacaram-se o francês *René Descartes*, que desenvolveu um método geométrico para obtenção da solução positiva; e o inglês *Sir John Leslie* e o alemão *Karl Georg Christian Von Staudt*, que obtiveram as soluções positivas e negativas da equação do 2º grau. O autor complementa que “*desta forma, por meio das formas de resoluções geométricas, podemos verificar a preocupação dos matemáticos em encontrar outras resoluções, além da álgebra expressa na fórmula de Bháskara*”.

Nos dias atuais é possível resolver a equação do 2º grau, e tantas outras equações, graças aos estudos dos antigos, conforme a afirmação do autor: “*Hoje, solucionamos algebricamente qualquer tipo de equação polinomial do 2º grau da forma  $ax^2 + bx + c = 0$ , com  $a \neq 0$ , por meio da prática fórmula de Bháskara*”.

Neste artigo, aprendemos um pouco da história da evolução da equação do 2º grau e, conseqüentemente, uma fração de toda a história da Matemática. Percebemos, ainda, que a contribuição das antigas civilizações é de extrema importância para resolvermos problemas

matemáticos que vêm lá dos “tempos das cavernas”, e que, apesar de tantos séculos de diferença, ainda têm o mesmo valor e a mesma finalidade nos dias atuais.

Pela grande contribuição que traz aos conhecimentos daqueles que se interessam pelo universo dos números, o artigo deveria ser lido não somente por professores de Matemática, mas também por acadêmicos do curso de Licenciatura Plena em Matemática, pós-graduandos em Educação Matemática e até mesmo por estudantes do ensino fundamental e médio.

### **Referência**

FRAGOSO, Wagner da Cunha. Equação do 2º Grau: uma Abordagem Histórica. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, , n. 8, ano 7, p. 57-61, jun. 2000.

## ELETROMAGNETISMO: INTERAÇÕES HIPERFINAS:

Rafael MARTINELLI<sup>42</sup> \*

No artigo em referência, Oliveira e Guimarães fazem uma abordagem sobre as interações hiperfinas que envolvem multipólos magnéticos e elétricos nucleares. Os momentos de multipólo interagem com campos elétricos e magnéticos dando origem ao espectro hiperfino. Segundo os autores, por ordem de dominância, as interações do tipo dipolar magnética e quadrupolar elétrica são dominantes.

É descrito ainda que os estados nucleares são caracterizados por um número quântico de Spin  $I$ , que é determinado por algumas regras. Podemos observar que a distribuição de cargas e correntes nucleares apresentam, em suas características, momentos de multipólos.

Os autores observam que a interação quadrupolar elétrica é uma interação de natureza elétrica detectável no espectro hiperfino. O momento orbital dos elétrons das camadas incompletas dá a principal contribuição ao campo magnético no íon livre. Com a presença de outros íons, as contribuições ao campo hiperfino, quando lidamos com sólidos, são modificadas.

Segundo expõe o artigo, quando o íon se encontra em uma rede metálica, observa-se que a contribuição quadrupolar elétrica para o campo hiperfino é modificada, sendo que as cargas “extra-iônicas” da rede dão sua própria contribuição para o gradiente de campo elétrico do núcleo.

É ressaltado ainda que quando lidamos com metais alcalinos ou com metais nobres, os íons não possuem momento magnético; já quando lidamos com metais magnéticos, a presença de ordem magnética dá origem a situações complexas que se refletem no campo hiperfino.

Pode ser verificado que as camadas eletrônicas com momento angular diferente de zero apresentam uma deformação espacial que gera no sitio nuclear um gradiente de campo

---

<sup>42</sup> Acadêmico do curso de Física da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO).

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná-RO). E-mail: anglife@correioweb.com.br

elétrico. Por este motivo ocorre uma interação com o momento de quadrupolo elétrico do núcleo o que, para os autores, contribui para o campo hiperfino.

É tratado do tema Hamiltoniano Hiperfino, que em um metal magnético, será igual à soma da parte magnética e da elétrica, sendo inclusas as contribuições internas e externas no íon pai.

É citado ainda um exemplo de determinação das contribuições ao campo hiperfino no composto intermetálico  $GdNi_2$ , que apresenta ordem ferromagnética a baixas temperaturas (abaixo de aproximadamente 30K), via ressonância magnética nuclear.

Por apresentar uma linguagem bastante técnica, sendo utilizadas muitas fórmulas e termos específicos da área científica (física e química), o texto é recomendado preferencialmente a pessoas ligadas às estas áreas que terão uma melhor compreensão sobre o assunto tratado.

## **Referência**

OLIVEIRA, I.S.; GUIMARÃES, A.P. Interações Hiperfinas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n.3, p.353-359, set. 2000.

## DESAFIOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO NOVO MILÊNIO

Frederico Trindade TEÓFILO<sup>43</sup>

Luci Fabiane Belasquem PETER<sup>44\*</sup>

Em seu artigo *Desafios da Educação Matemática no Novo Milênio*, D'Ambrósio mostra-nos a preocupação dos matemáticos quanto à busca e a importância dessa disciplina; em como aplicá-la na atualidade, proporcionando-lhe seu peso, seu valor. O artigo dividi-se em três tópicos: *O grande desafio dos Matemáticos*; *O surgimento da tecnociência*; *Matemática e a educação matemática num mundo em transição*.

Segundo o autor, o grande desafio dos matemáticos é tornar a matemática interessante, atraente, útil, atual e integrada ao mundo de hoje. Há cem anos, David Hilbert, citado por D'Ambrosio, já se preocupava com a obsolescência dessa ciência. Quase cem anos depois, Stephen Smale, também mencionado pelo autor, ressaltou que há temas matemáticos corretos e interessantes, porém não são importantes. Próximo a esta última época, outro grande matemático, Mikhail Gromov, consoante o autor deste artigo, chama a atenção para a necessidade de relacionar a matemática com os demais setores da sociedade. Necessitamos para isso de uma nova geração de profissionais da área capazes de trafegar entre matemática pura e ciência aplicada.

Fazendo uma análise da evolução matemática, o autor mostra que sua história é a própria do ocidente, suas origens remontam às grandes civilizações da antigüidade. A chamada Era dos Impérios deu à matemática novas feições, sugerindo novas visões com importantes trabalhos destacados. Esses avanços possibilitaram o grande desenvolvimento científico tecnológico e o surgimento do que foi denominado tecnociência. A partir daí surgem organismos nacionais de desenvolvimento na área, rendendo grandes recursos para o ambiente acadêmico.

Em relação à Educação Matemática num mundo em transição, o autor levando em conta que no começo de um novo milênio, de posse de inovações a todo o momento, questiona: “Como a matemática consegue reagir às profundas mudanças de suas bases?” Para o autor, a matemática e

---

<sup>43</sup> Acadêmico do 5º Período do Curso de Matemática.

<sup>44</sup> Acadêmica do 5º Período do Curso de Matemática.

\* Orientadora: Ângela Maria Liberalquino Ferreira, Mestre em Lingüística e Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Rondônia (Campus de Ji-Paraná – RO). E-mail: anglife@correioweb.com.br.

a educação matemática não podem ser excluídas dos problemas que afetam o mundo moderno. É necessário aumentar as oportunidades de escolaridade e pesquisa e também repensar os métodos atuais de avaliação. E D'Ambrósio argumenta que o que podemos fazer é dar às novas gerações instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que possamos enfrentar um mundo que desconhecemos.

No artigo em questão, notamos as perspectivas do autor em defesa da evolução do ensino matemático através dos tempos. A matemática é o maior fator de exclusão nos sistemas escolares. A sociedade, as crianças e o conhecimento estão mudando, daí a necessidade de se elaborarem melhores estratégias de ensino. Quando a matemática aparecer nitidamente em nosso dia-a-dia, veremos então sua importância.

O artigo traz grandes contribuições para área de Licenciatura Plena em Matemática e é aconselhável a todos aqueles que almejam aplicar uma matemática diferenciada e divertida nas salas de aula.

### **Referência**

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Desafios da Educação Matemática no novo Milênio. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, Ano 8, n.11, p.14-17, dez.2001.