

# Aprendizagem Escolar e Qualidade de Vida via Modelagem Matemática e Simulações<sup>1</sup>

João Frederico C. A. Meyer<sup>2</sup>,

DMA, IMECC–UNICAMP, 13.083-970 – Campinas/SP.

Nilson S. Peres Stahl<sup>3</sup>,

Lab. Ciências Mat., CCT–UENF, 28.013-600, Campos dos Goytacazes/RJ.

**Resumo.** Este trabalho propõe o uso da modelagem de fenômenos locais relativos a qualidade de vida, com uso de instrumental matemático do ensino médio, como modo de motivar, justificar e promover a aprendizagem transdisciplinar de tais fenômenos. São apresentados alguns exemplos cujos comentários ilustram esses tópicos: a inclusão da aprendizagem de temas da qualidade de vida, o uso de matemática em situações efetivas, a presença de temas locais e atuais no currículo escolar. Também se apresentam nos exemplos o uso da matemática discreta, especificamente em termos gerais de equações de diferenças em suas diversas caracterizações.

**Palavras-chave:** *Matemática discreta, equações de diferenças, qualidade de vida, educação matemática.*

## 1 Introdução e Justificativa

A Matemática tem se apresentado, tradicionalmente, como uma das disciplinas mais temidas pelos educandos, principalmente nos níveis funda-

---

<sup>1</sup>Educação Matemática

<sup>2</sup>joni@ime.unicamp.br

<sup>3</sup>stahl@uenf.br

mental e médio. As dificuldades na aprendizagem podem, muitas vezes, ocasionar a retenção continuada do educando chegando até mesmo à evasão escolar. Naturalmente, tais dificuldades podem decorrer de inúmeras ações pedagógicas. Neste contexto acreditamos que uma postura partindo do pressuposto de que a educação é parte da própria experiência humana e que o ensino centrado nos interesses do educando ou do grupo, seja uma proposta pedagógica mais favorável. Neste sentido adotamos situações-problema envolvendo a qualidade de vida via modelagem como estratégia do ensino/aprendizagem da Matemática.

## 2 Objectivo

Este trabalho visa usar a modelagem matemática de fenômenos ambientais como meio de criar condições de promover mudanças em professores e alunos quanto à matemática, seu uso instrumental e seus paradigmas. Foi preparado para trabalho com comunidades ligadas a escolas públicas, e objetiva, a longo prazo, uma melhoria no aproveitamento da parte de alunos, em termos de seu rendimento (considerado como aprendizado) e de capacitação de professores, motivando-os e incentivando-os a novas práticas de ensino, novas estratégias didáticas (Skovsmose, 2001), novas abordagens de conteúdos - e novos desafios.

## 3 Método

São estudadas abordagens discretas de problemas, sua relação com conceitos tradicionais de progressões, seqüências, equações de diferenças e o uso de continuidade no estudo de problemas discretos. Nesta ótica, as situações-problema serão retiradas do dia a dia dos alunos e da comunidade como um todo na forma de projetos. Neste ponto serão estimulados a utilizar equipamentos de cálculo, planilhas e softwares matemáticos mais adequados

à aprendizagem. Também será proposta uma inclusão de uso de instrumentos que, mesmo não sendo novos, são-no em termos de suas presenças nas aulas de matemática: informações da web, imagens de satélite, levantamentos aerofotogramétricos, e simulações. Além de envolver as escolas da região de Campos dos Goytacazes, RJ, o projeto prevê uma interação intensa com docentes e alunos do Laboratório de Ciências Matemáticas (LCMAT) do Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Inicialmente foi proposto um cronograma de doze meses para a realização das atividades, com início no primeiro semestre letivo de 2005. Questões sobre crescimento populacional, abastecimento e água potável, produção de lixo, tratamento e disposição final de esgoto doméstico são os temas iniciais abordados pelos educandos que, sob orientação dos professores, utilizam a Matemática como ferramenta na sua solução (Stahl, 2003; Meyer e Stahl, 2000).

## **4 Desenvolvimento**

### **4.1 PROJETO I: Construindo um modelo matemático para previsão do consumo de água, produção de lixo e esgoto**

#### **4.1.1 Situação-problema**

A dinâmica demográfica é um fenômeno inerente à nossa história e um de seus aspectos, o do crescimento, acarreta a geração de diversos problemas de origem ambiental, como o aumento do consumo de água, maior produção de lixo e esgoto, entre outros. Mais especificamente, na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, ocorrem-nos as seguintes questões:

- a) Na atual situação de crescimento populacional haverá abastecimento de água suficiente para a cidade num futuro próximo como, por exemplo,

para o ano de 2040?

- b) Mesmo que haja tal recurso natural a estação de tratamento de água da cidade terá capacidade para abastecer essa população futura?
- c) Com relação à produção do lixo doméstico, haverá local disponível para sua destinação final nesse futuro próximo?
- d) O esgoto produzido atualmente é convenientemente tratado e disposto, se for tratado, ainda poderá continuar a sê-lo no futuro?

#### 4.1.2 Coleta de Dados

Os dados referentes ao número de habitantes da cidade de Campos dos Goytacazes encontram-se registrados na Tabela 1

Tabela 1: Crescimento da População de Campos

Ano	Nº de Habitantes
1940	180.677
1950	200.327
1960	246.865
1970	285.432
1980	320.940
1991	376.290
2000	406.989

#### 4.1.3 O Modelo Matemático

A obtenção do modelo matemático que permitirá estimar a população futura baseias-se no método do ajuste de curvas por mínimos quadrados. Este processo de estimação apresenta uma base matemática que não está ao alcance do nível médio, entretanto podemos contornar essa dificuldade

se o tratamento dispensado aos dados for por meio de uma abordagem estatística, o que significa estar trabalhando com uma equação de primeiro grau, de acordo com o diagrama de dispersão referente a Tabela 1. A Figura 1 apresenta essa tendência linear.

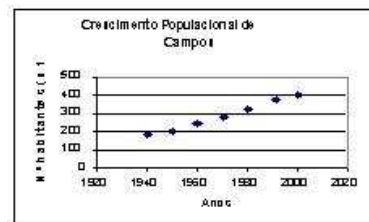


Figura 1: Gráfico de dispersão referente ao crescimento populacional de Campos

#### 4.1.4 Sugestão de tópicos ou assuntos a serem explorados pelo professor

A título de sugestão, apresentamos aos professores alguns tópicos/assuntos a serem trabalhados com a aplicação do projeto:

- modelos matemáticos;
- construção e tipos de gráficos;
- diagramas de dispersão;
- construção e tipos de gráficos via aplicativos numéricos e/ou planilha eletrônica via microcomputador;
- tendências lineares e não lineares;
- reta média, ajuste de curva por quadrados mínimos (abordagem estatística em nível médio);

- reta média (ajuste de curva) via aplicativos numéricos e/ou planilha eletrônica via microcomputador;
- função linear;
- equação da reta;
- estimativa da população para o ano de 2040;
- progressão aritmética e geométrica;
- ”estimativa da população para o ano de 2040 utilizando-se de aplicativos numéricos via microcomputador;
- escalas (análise de fotos via satélite).

#### 4.1.5 Solucionando o problema gerador

Sabendo-se que o consumo médio de água, a produção de esgoto e lixo per capita e por dia é de respectivamente, 300 litros, 240 litros e 1,5 quilos, podemos, no nível escolar desejado, projetar os valores correspondentes para a população do ano de 2040. Conhecendo-se a capacidade de produção atual de água tratada, a capacidade de tratamento do esgoto e o tamanho das áreas para disposição final do lixo por análise de fotos via satélite, as respostas às questões do item 1 podem ser tratadas de forma imediata.

## 4.2 PROJETO II: Cálculo da vazão do Rio Ururaí

### 4.2.1 Situação-problema

O rio Ururaí tem como origem a Lagoa de Cima, sendo, portanto, seu vertedor. Apresenta índices de poluição significativos e vem perdendo piscosidade ao longo dos anos. Em regiões ribeirinhas, famílias inteiras sobreviviam da pesca num passado não muito distante, e agora têm que se dedicar a outras atividades. Na época chuvosa o rio transborda e inunda a faixa de circulação

dos moradores. Isto ocorre, segundo eles, devido ao assoreamento causado pelo acúmulo de lixo em seu leito e a degradação da mata ciliar, além de outros fatores.

Neste contexto, uma questão ambiental relativa à qualidade de vida dos ribeirinhos se evidencia, ou seja, diante de uma possível canalização do riacho, quais deveriam ser as dimensões de sua seção transversal e quais suas características geométricas possíveis (Stahl, 2003; Meyer e Stahl, 2001).

#### 4.2.2 Coleta de dados e modelo

Para a análise da escolha dessa seção transversal de canalização, torna-se necessário, primeiramente, estimar a vazão do riacho. Para tanto é feita sua batimetria, ou seja, escolhida uma seção, esta é dividida em trechos regulares medindo-se suas profundidades construindo-se seu perfil. A figura 2 apresenta esta situação.

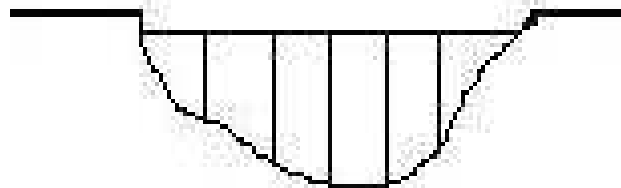


Figura 2: Construção do perfil do riacho (batimetria).

Sabe-se que a vazão ( $Q$ ) é definida como sendo a relação entre o volume ( $V$ ) e o tempo ( $t$ ), ou  $Q = V/t$ .

Este volume, por sua vez, é definido como sendo o produto da área ( $A$ ) (seção transversal) por um comprimento ( $L$ ). Esta pode ser uma medida conveniente situada, por exemplo, 10m a jusante e a montante da seção em estudo, portanto 20 m.

Para o cálculo da área ( $A$ ) seria possível lançar mão do ajuste de curva polinomial com a determinação da função que melhor se ajustasse aos pontos. Este procedimento leva em conta construções algébricas que estão além

do nível médio e devemos, portanto, recorrer a métodos mais simples. A determinação da área (A) da seção poderá ser obtida do perfil reproduzido em papel milimetrado ou quadriculado, tomando algum cuidado com escalas. Trabalhando com escalas, por exemplo, 1:100, teremos que cada quadrado de um centímetro representará 1 metro quadrado. Com o somatório dos quadrados, teríamos a área da seção transversal do riacho. Essa medida também poderia ser obtida por outro método, ou seja, a seção seria re-dividida em trapézios, tantos quantos possíveis, e do somatório das áreas de cada um teríamos também o valor da área (A) da seção.

O tempo (t) poderia ser medido cronometrando-se a passagem de um elemento (uma garrafa plástica vazia, por exemplo) arrastado pela correnteza no espaço correspondente ao mesmo comprimento (L) utilizado para o cálculo do volume. Note-se que as velocidades da corrente variam entre a margem e o eixo do leito do riacho, entretanto vamos aproximá-la por valor constante ao longo do perfil.

#### 4.2.3 Modelos do perfil de canais

Numa eventual canalização do rio Ururaí, poder-se-ia optar por três perfis diferentes, a saber:

- i- retangular;
- ii- semicircular;
- iii- trapezoidal.

A Figura 3 apresenta as três possibilidades.

#### 4.2.4 Sugestão de tópicos ou assuntos a serem explorados pelo professor

A título de sugestão, apresentamos aos professores alguns tópicos/assuntos a serem trabalhados com a aplicação do projeto:





Figura 3: - Seções possíveis para canais.

- cálculo das áreas de figuras geométricas;
- variação de uma função com relação a sua variável dependente;
- relações métricas de triângulos;
- p)trigonometria;
- cálculo da área da seção do riacho via microcomputador por meio de aplicativo numérico (Matlab).

#### 4.2.5 Solucionando o problema gerador

Conhecida a vazão do riacho, a determinação da seção dos diversos canais em função de sua característica geométrica será imediata. Resta a discussão sobre os efeitos ambientais de uma canalização desse tipo e suas conseqüências a médio e longo prazos.

## 5 Resultados Obtidos

Embora o projeto esteja ainda em andamento, observou-se que tanto os alunos quanto os professores se mostram motivados. Isto se deve às mudanças de atitudes docentes e discentes ao longo de um processo que rompe com o paradigma tradicional: a utilização da modelagem matemática não apenas como estratégia de ensino aliado ao emprego de planilhas eletrônicas e aplicativos numéricos, mas na avaliação quantitativa e qualitativa de fenômenos próximos, e de relevância social. O conjunto das tecnologias usadas, quando

devidamente aplicadas, propiciam um terreno fértil para o ensino e aprendizagem da Matemática, mas mais, para que a atividade escolar se aproprie do compromisso social.

## Referências

- Meyer, J. F. C. e Stahl, N. S. P. (2000). Modelos computacionais em sistemas ambientais: O desafio de criar uma nova disciplina. XXII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Santos/SP.
- Meyer, J. F. C. e Stahl, N. S. P. (2001). Determinação da vazão de um córrego via pesquisa de campo, modelos matemáticos e computacionais. XXIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Santos/SP.
- Skovsmose, O. (2001). *Educação Matemática Crítica*. Ed. Papyrus, Campinas/SP.
- Stahl, N. S. P. (2003). *O Ambiente e a Modelagem Matemática no Ensino do Cálculo Numérico*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação – Unicamp, Campinas-SP.