



## **Projeto de investigação estatística: um ambiente de modelagem matemática**

Luzinete **Mendonça** de Oliveira  
GEPEE - Universidade Cruzeiro do Sul/SP  
Brasil  
[luzinete-mendonca@uol.com.br](mailto:luzinete-mendonca@uol.com.br)

### **Resumo**

O presente trabalho analisa um processo de implementação da Educação Estatística no Ensino Médio, no qual os alunos foram convidados a participar de um Processo de Investigação Estatística em um ambiente de modelagem matemática. Busca-se responder à questão central: A modelagem matemática pode contribuir para o ensino da Estatística no Ensino Médio? Com este intuito, realiza-se uma pesquisa qualitativa com análise interpretativa a partir de categorias emergentes dos dados construídos. Os resultados evidenciam a importância de proporcionar condições para que os alunos se desenvolvam de forma autônoma e cooperativa, a fim de construir o próprio conhecimento, e dão indícios de que um ambiente de modelagem matemática pode contribuir, de fato, para envolver os estudantes no processo de ensino e aprendizagem, visto que colabora para que os conceitos científicos tenham significado para o aluno e para que este tenha interesse em compreendê-los.

*Palavras chaves:* matemática, educação, estatística, modelagem, ensino médio.

### **Abstract**

This paper analyzes an implementation process for Education Statistics in High School, where students were invited to participate in a Case of Statistical Investigation in an environment of mathematical modeling. Seeks to answer the question: The mathematical modeling may contribute to the teaching of statistics in high school? With this aim, carried out a qualitative study of interpretive analysis from emerging categories of data built. The results show the importance of providing conditions for students to develop autonomously and cooperatively in order to build their own knowledge, and provide evidence that a mathematical modeling environment may contribute, in fact, to engage students in teaching and learning, since it contributes to the scientific concepts have meaning for students and for which he has interest in understanding them.

*Key words:* mathematics, statistics, education, modeling, secondary school.

## **Introdução**

O conhecimento, na sociedade atual, evolui muito rapidamente, promovendo transformações tecnológicas e sociais, o que exige aperfeiçoamento constante de seus cidadãos, para que sejam capazes de acompanhar essas transformações. Essa dinâmica demanda uma educação que prepare o estudante para continuar aprendendo fora do contexto escolar. Dessa forma, é preciso desenvolver nos educandos a autonomia para que possam construir o próprio conhecimento continuamente, inteirando-se das informações de diversas naturezas com as quais se deparam, atualizando-se para adaptar-se aos novos cenários.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) ressaltam a importância da capacidade de compreender e lidar com as diversas linguagens presentes na atualidade, dentre as quais destaca-se, neste trabalho, a leitura eficiente das informações estatísticas comumente encontradas no dia a dia, o que o documento considera fundamental para o desenvolvimento pessoal e profissional dos estudantes, pois a linguagem estatística e as situações nas quais a incerteza é um elemento constante exigem dos cidadãos, cada vez mais, a capacidade para lidar com contextos novos e complexos, sob pena de ficarem à margem dessa conjuntura. Contudo, a forma como a escola vem apresentando os conceitos científicos aos alunos não desperta nestes o interesse em conhecê-los. No que se refere ao conhecimento matemático, as Orientações Curriculares Nacionais, adotando a perspectiva socioconstrutivista do ensino, salientam que:

(. . .) a aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma situação problema ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem. Nesse caso, caberia ao aluno a construção do conhecimento matemático que permite resolver o problema, tendo o professor como mediador e orientador do processo ensino-aprendizagem, responsável pela sistematização do novo conhecimento. (Brasil, 2006, p. 81)

Esta perspectiva vem ao encontro de uma educação preocupada com a formação geral do estudante, de modo que este se constitua, de fato, um cidadão competente para atuar na sociedade de forma digna. No entanto, o que tem-se observado, é que o ambiente escolar, de maneira geral, não constitui uma alternativa para uma juventude descrente e desacreditada. É possível constatar o resultado desse cenário, de um lado, na insatisfação dos profissionais de educação, que não veem retorno de seu trabalho; e, do outro, na conhecida e preocupante falta de habilidade dos estudantes, no que se refere ao conhecimento sistematizado. Considera-se que não é apenas a prática pedagógica que está equivocada: são muitas as causas desta situação, como a falta de estrutura do sistema educacional, da família e até as transformações sociais. Contudo, de tudo que envolve o complexo contexto escolar, o que está nas mãos dos professores é a ação pedagógica, ou seja, é por meio desta que eles podem concretizar suas intenções de proporcionar a seus alunos ambientes com possibilidades de aprendizagem, mesmo sem a estrutura e o apoio que deveriam ter.

Assim, propõe-se neste trabalho uma discussão sobre uma possível forma de ação pedagógica que produza entusiasmo e satisfação, tanto ao professor quanto aos seus alunos, na implementação dos conceitos da Estatística básica, considerando que tais aspectos são fundamentais para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça de fato. Essa discussão foi levada a efeito na pesquisa de mestrado de Mendonça (2008), trabalho que buscou observar as

contribuições de um ambiente de modelagem matemática, na perspectiva de Barbosa (2001), para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da Estatística básica.

### **A educação estatística no ensino médio**

É consenso, na atualidade, a urgência em desenvolver nos estudantes a competência para lidar com a linguagem estatística, em função da presença desta no seu dia a dia. O PCNEM contemplam o ensino de Estatística no tema intitulado *Análise de dados*, no qual também se encontram a Contagem e a Probabilidade. O documento propõe que o ensino deste tema tenha como foco o desenvolvimento da competência de contextualização sociocultural, defendendo que, dessa forma, é possível aproximar os estudantes da realidade, propiciando-lhes vivenciar situações próximas, que possibilitem o reconhecimento da complexidade na qual estão envolvidos. Menciona ainda que este estudo deve desenvolver várias competências relativas à contextualização sociocultural, como a articulação entre as diferentes áreas; a observação de regularidades dos dados; a construção e a análise de representações gráficas; a análise e o uso de modelos matemáticos; e a vivência com uma forma diferenciada de raciocinar em Matemática (Brasil, 2002).

Garfield e Gal (1999) também entendem que a Estatística exige uma forma própria de raciocínio diferente do raciocínio matemático: “O raciocínio estatístico pode ser definido como o caminho do raciocínio das pessoas com idéias estatísticas e dá sentido às informações estatísticas. Isso envolve fazer interpretações baseadas no grupo de informações, representações de dados e sínteses estatísticas de dados” (Garfield & Gal, 1999, p. 1). Tal perspectiva está de acordo com as ideias de Lopes (1998) e Batanero e Diaz (2004).

Nesse sentido, Silva (2007) propõe uma atuação pedagógica na qual os alunos sejam expostos a situações em que tenham que comparar conceitos, escolher formas adequadas para analisar variáveis ou grupos de variáveis, usar várias formas de representação e compreender contraexemplos, preleciona ainda que o refinamento do raciocínio estatístico se dará à medida que o aluno tenha oportunidades de vivenciar várias situações dessa natureza, o que está de acordo com a proposta de Wild e Pfannkuch (1999), que considera essencial para o desenvolvimento do raciocínio estatístico a compreensão de cinco componentes: o reconhecimento da necessidade dos dados, a transnumeração (mudança de representação), a percepção da variabilidade, o raciocínio com modelos e a integração da Estatística com o contexto.

Para concretizar as ações apresentadas, a educação estatística demanda um ambiente de aprendizagem no qual o aluno participe ativamente do processo de ensino-aprendizagem em situações reais, em que tenham que fazer investigações. Skovsmose (2000) chama de “cenário de investigação” um ambiente capaz de dar suporte a um trabalho na perspectiva investigativa (Skovsmose, 2000), e esta pode ser propícia para a implementação da educação estatística. Nesse caso, o ensino da Estatística deve concentrar-se em preparar os estudantes para pensar estatisticamente, o que requer um ensino que proporcione ao educando situações de vivências com geração e análise de dados, em processos de investigação e pesquisa, de forma que ele desenvolva o raciocínio estatístico, o que lhe dará suporte para pensar estatisticamente e para desenvolver a literacia estatística. Lopes (2008) apresenta uma síntese das três competências discutidas:

Enquanto literacia pode ser vista como estrita compreensão e interpretação da informação estatística apresentada, por exemplo, nos meios de comunicação social, o

raciocínio pode ser visto como restrito ao trabalho através de ferramentas e conceitos que aprendemos durante um curso de Estatística. Já o pensador estatístico é capaz de avançar para além do que é ensinado em um curso, e questiona espontaneamente durante a investigação das questões e sobre os dados envolvidos em um contexto específico. (Lopes, 2008, p. 71)

Essa síntese esclarece, de forma ímpar, o significado de cada um dos termos discutidos, que são fundamentais para a compreensão de textos e discussões sobre esta temática, assim como para a elaboração de atividades capazes de desenvolver cada uma dessas habilidades. Neste sentido, Campos (2007) apresenta uma abordagem sobre o pensamento, o raciocínio e a literacia estatística, considerando que tais competências não devem ser trabalhadas independentemente, por entender que elas se completam, e que só sendo exercitadas em conjunto possibilitam a compreensão da Estatística de uma forma global.

Para concretizar esses objetivos, Lopes (2004) propõe um processo de ensino e aprendizagem da Estatística com uma perspectiva investigativa, no qual os alunos tenham vivência com a geração e a análise de dados em situações nas quais precisem tomar decisões com base nos dados coletados. Nesse processo, o aluno deve ser instigado a lançar mão de várias habilidades, a fim de construir estratégias para fazer sua investigação. Esta é uma perspectiva pedagógica que abre uma enorme gama de possibilidades em termos de construção de conhecimento e de formação dos sujeitos como seres autônomos e confiantes. Tal proposta tem, na perspectiva pedagógica de projetos, uma prática suficientemente abrangente para abarcar as ações e as reflexões fundamentais para a construção dos conceitos estatísticos.

### **O ensino da Estatística por meio de projetos**

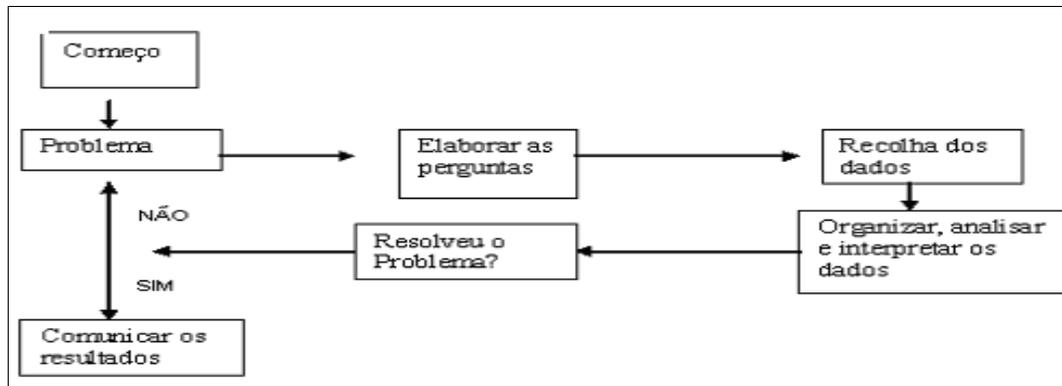
O National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), em suas recomendações para o ensino da Estatística no Ensino Médio, destaca que as aplicações e a utilidade desta ciência devem ser ressaltadas, partindo-se das diversas áreas do conhecimento, o que está de acordo com as perspectivas de Lopes (2004) e Carvalho (2001).

Nesse sentido, Batanero e Diaz (2004) consideram que o ensino dos conceitos estatísticos será mais produtivo, se desenvolvido de forma a promover investigações e discussões acerca de dados reais, o que pode contribuir para que os alunos construam o próprio conhecimento neste processo; recomenda ainda que os alunos aprofundem o estudo dos conhecimentos trabalhados nos anos anteriores, participando ativamente da coleta e da análise exploratória dos dados. As autoras, destacam que os trabalhos com projetos “aumentam a motivação dos estudantes” e que é uma oportunidade de desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar seus conhecimentos, considerando que, nesse processo, eles são instigados a buscar as informações de que necessitam, a resolver os problemas para os quais estabeleceram hipóteses; a questionar os resultados encontrados; a compará-los com outros já conhecidos. Batanero e Diaz (2004) acrescentam:

Em lugar de introduzir os conceitos e técnicas descontextualizadas, ou aplicar unicamente problemas abstratos que não se encontram na vida real, trata-se de apresentar as diferentes fases de uma investigação estatística: Planejamento de um problema, decisão sobre os dados a serem recolhidos, a análise dos dados e obtenção de conclusão sobre o problema apresentados (Batanero & Diaz, 2004, p. 2).

Essa perspectiva entende os projetos como verdadeiras investigações, e considera que os temas a serem pesquisados devem ser realistas, abertos; estar no nível dos alunos; e proporcionar

o desenvolvimento da criatividade. Nesta concepção, a estatística é considerada uma ferramenta para a resolução dos problemas encontrados no decorrer do projeto; contudo, a matemática é apenas uma de suas fases, e a interpretação deve ser feita em função do contexto do problema, considerando algumas etapas, que podem ser observadas na Figura 1:



**Figura 1 - Esquema de desenvolvimento de um projeto, conforme Batanero e Diaz (2004)**

As etapas destacadas neste esquema não acontecem necessariamente nesta ordem, já que podem variar de acordo com a situação, pois quando se tem por base uma situação real, não se pode afirmar que o problema foi resolvido, o que se obtém são aproximações convenientes, de acordo com as variáveis escolhidas no “recorte” feito na situação em questão e com os interesses do investigador. Por isso, esta forma de trabalho pressupõe uma atuação ativa e reflexiva, o que está de acordo com Carvalho (2001), que aconselha que os dados com os quais os alunos desenvolverão a análise exploratória sejam obtidos por meio de objetos concretos (experimentação, entrevistas, questionários, observação de fenômenos, etc.), numa dinâmica investigativa na qual poderão “questionar, conjecturar e procurar relações quando têm que resolver problemas no mundo real” (Carvalho, 2001, p. 30).

A intervenção do professor, nessa perspectiva, deve ser no sentido de orientar os educandos, instigando-os a buscar meios de construir seus próprios caminhos no processo investigativo, o que pode ser efetivado com questionamentos como: “O que você quer provar? O que tem que medir/observar/perguntar? Que dados são necessários? Como encontrará seus dados? O que será feito com eles? Acredita que pode fazê-lo? Encontrará problemas? Quais? Poderá contestar suas perguntas? Para que servirá os resultados?” (Batanero & Diaz, 2004, p. 11).

A postura sugerida por Batanero e Diaz (2004) vem ao encontro da visão de educação questionadora, construtiva e reflexiva adotada neste trabalho, com base em Freire e Faundez (1998), Lopes (2003) e Skovsmose (2000), e tem, na perspectiva de modelagem matemática de Barbosa (2004), um ambiente pedagógico propício para implementar um projeto de investigação em situações reais. Para ele a Modelagem Matemática “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade” (Barbosa, 2004, p. 3). Vários trabalhos de pesquisa apresentam experiências com este tipo de atividade (Lesh, Amit & Schorr, 1997; Jacobini, 1999; Batanero, 2001; Barbosa, 2004).

Burak (1992) Propõe algumas etapas para implementação da modelagem matemática na sala de aula. Tal proposta tem consonância com a perspectiva aqui apontada.

1 - Escolha do tema: é o início do processo de Modelagem. O tema pode ser sugerido pelo professor ou escolhido pelos alunos.

2 - Pesquisa exploratória: promove a interação entre os membros dos grupos e destes com o tema, por meio da coleta de informações sobre o assunto, buscando um aprofundamento.

3 - Levantamento dos problemas: é a formulação do problema de interesse, na linguagem natural, de forma correta e clara.

4 - Resolução dos problemas – Construção de modelos: é a tradução do problema em linguagem matemática. Neste caso, o modelo são as relações estabelecidas entre as variáveis escolhidas.

5 - Análise crítica: esta etapa divide-se em três momentos:

*Validação do modelo:* é a retomada da situação inicial, para checar se o modelo a representa adequadamente.

*Reformulação do modelo:* se constatado que o modelo não representa adequadamente a situação em estudo, este deve ser reformulado, e as variáveis escolhidas têm de ser repensadas.

*Interpretação dos resultados:* é a verificação da resolução do problema, em termos do modelo. Às vezes, o modelo, mesmo estando matematicamente correto, não resolve o problema.

As etapas propostas por Burak (1992) atendem às necessidades do processo de investigação estatística e podem servir de base para organizar atividades para a implementação da Educação Estatística em um ambiente de modelagem matemática, em função de estas estarem de acordo com a perspectiva de Lopes (2004) e Batanero e Díaz (2004), as quais fundamenta este trabalho. Estas perspectivas podem favorecer a apreensão não só de conceitos, como também de procedimentos e atitudes, na medida em que desenvolve a capacidade de raciocinar com os conceitos matemáticos, estatísticos e probabilísticos de forma ativa e reflexiva. A esse respeito, Batanero (2001) destaca:

Constantemente usamos modelos, mesmo sem termos consciência disso, assim formamos modelos das pessoas de acordo com a sua raça, sexo, condição social, aspecto, e, no entanto, é pouco habitual que o ensino da Estatística no Ensino Médio, e até a universidade dêem ênfase à Modelagem. Isto pode explicar o fato dos alunos terem dificuldade em reconhecer o modo particular do pensamento estatístico, no qual a Modelagem tem um papel muito importante. (Batanero, 2001, p. 1)

Assim, entende-se que o professor, ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de vivenciar um processo de investigação – fazendo com que eles tenham experiências e vivências com modelos matemáticos ou não matemáticos, seja manipulando, modificando, criticando ou criando-os, incluindo-os numa situação de pesquisa, discussão e reflexão sobre situações reais, estará contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio e do pensamento estatísticos dos sujeitos. Isso poderá possibilitar a formação matemática do estudante, ampliando a compreensão sobre o caráter pessoal de um modelo matemático e seus limites, o que possibilitará a percepção da matemática como um conhecimento construído pela humanidade para atender às suas próprias necessidades, permitindo a reflexão sobre os modelos apresentados pela mídia, utilizados pelas

várias ciências ou empregados pelos órgãos governamentais para cobrar impostos, medir a produção do país e cobrar juros, por exemplo.

Estas discussões permitem perceber que a Matemática pode ser tanto uma ferramenta para crítica como um objeto de crítica, uma vez que pode ser manipulada para atender a interesses ou para sustentar opiniões, conforme evidencia Skovsmose (2000). Particularmente a Estatística pode ser usada com esse objetivo, em função de ser uma linguagem comum nos meios de comunicação e em razão do seu forte apelo visual para a representação de dados, através de gráficos e tabelas, e do uso de dados estatísticos como argumentos incontestáveis.

Assim, para o desenvolvimento de um projeto, o professor precisa lançar mão de formas de trabalho que o auxiliem na promoção de um espaço favorável a uma aprendizagem com significado. Para isso, deverá proporcionar discussões, reflexões e ações, o que pode ser conseguido com a formação de grupos cooperativos. Essa forma de organização de classe pode contribuir para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, uma vez que possibilita uma aprendizagem ativa e coletiva, o que exige um esforço do aluno no sentido de construir o próprio conhecimento e colaborar com seus parceiros. Essa perspectiva entende que o desenvolvimento cognitivo se dá na interação do sujeito com o outro e com o objeto de conhecimento, como salientam Liverta-Sempio e Marchetti (1997, apud Carvalho, 2001) e Schumbauer-Leoni e Perret-Clermont (1997, apud Carvalho, 2001):

Nesse movimento assiste-se a um abandonar de uma perspectiva onde a tônica é colocada no sujeito e nas relações que estabelece com o objecto para passar a ser na interacção que o sujeito estabelece com a tarefa, ou com o objecto de seu conhecimento, através da mediação de um par, que tanto pode ser um adulto como uma outra criança, com quem terá que negociar um significado. (Carvalho, 2001, p. 138)

Dessa forma, entende-se que a ação educativa deve apresentar atividades que promovam a cooperação entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, expondo-os, assim, a um conflito cognitivo, considerado aqui como:

[...] fonte potencial de progresso cognitivo ou como uma fonte de perturbação resultante de diversos aspectos, nomeadamente, das diversas propriedades de um estímulo, da incompatibilidade simbólica entre as respostas, da oposição entre as hipóteses levantadas por um sujeito quando inicia uma tarefa e as constatações de observações contraditórias que as infirmam e que lhe causam uma insatisfação intelectual, de uma curiosidade epistêmica do sujeito, de uma activação emocional e, ainda, como resultado de uma actividade de exploração. (Caragati & Mugny, 1985, apud Carvalho, 2001, p. 145)

Nessa perspectiva, o conflito surgido da interação entre os sujeitos somente se revela benéfico à medida que os sujeitos se envolvem ativamente no processo, e é a resolução desse conflito que “(. . .) obriga o sujeito a ultrapassar uma situação de conflito cognitivo, ao mesmo tempo que continua a ter de gerir uma relação social como um parceiro com que está a resolver a tarefa e com o qual terá de coordenar pontos de vista para chegar a um consenso e, assim, resolver a tarefa.” (Gilly, Fraisse & Roux, 1998, apud Carvalho, 2001, p.148). Assim, é na tentativa de resolver o conflito instaurado na discussão com o outro que o sujeito resolve o próprio conflito cognitivo e desenvolve o próprio conhecimento.

Nesse caso, a questão central para a educação é “encontrar uma situação suficientemente rica que possibilite criar as condições que levam ao seu aparecimento” (Carvalho, 2001, p. 149). O trabalho pedagógico com grupos cooperativos também é concebido por Garfield (1993) como potencializador de aprendizagens, considerando os resultados de alguns estudos que atestam a sua eficácia na sala de aula. Esses estudos são, em sua maioria, realizados para verificar a aprendizagem em grupos cooperativos no ensino básico (fundamental e médio), e parte deles envolve a aprendizagem da Matemática. Tais pesquisas, conforme a autora, têm mostrado que a utilização de pequenos grupos cooperativos leva a um aumento significativo da atitude, da produtividade e do desempenho dos educandos, além de prepará-los para o trabalho em equipe, habilidade necessária para a atuação no mercado de trabalho na atualidade. Considera ainda que a investigação é um dos pontos fortes da atividade cooperativa.

Em geral, as discussões acerca da implantação de grupos cooperativos nas salas de aula também revelam que ainda há muita resistência por parte dos professores a essa forma de trabalho. A participação em tais debates permite perceber que tal resistência tem relação com a visão do professor quanto ao processo de ensino e aprendizagem e que sua percepção se reflete diretamente no seu relacionamento com os alunos. Assim, alguns professores entendem que têm melhor “controle da sala”, quando os alunos trabalham sozinhos e em silêncio, seguindo rigorosamente um planejamento; outros docentes, porém, até apresentam interesse em desenvolver o trabalho cooperativo com seus alunos, porém não conseguem promover um ambiente harmonioso o suficiente para produzir conhecimento, em função de vários motivos relacionados aos alunos, como indisciplina, desinteresse, excesso de faltas e outros já discutidos anteriormente. Percebe-se que, para adotar essa forma de organização em sua sala de aula, o professor precisa entender a educação como um processo em que o aluno deve ter papel ativo na construção do seu conhecimento e posicionar-se como um parceiro, um mediador, entendendo o conhecimento como uma construção social.

No intuito de encontrar um caminho para a efetivação do ensino de Estatística de acordo com os referenciais apresentados até aqui, apresentaremos um projeto de investigação estatística, implementado em duas turmas de 3º ano do ensino médio em uma escola pública na cidade de Jandira, na grande São Paulo, no último bimestre de 2008, com o objetivo de observar as possíveis contribuições que o ambiente de modelagem matemática poderá trazer à Educação Estatística no Ensino Médio. Esse trabalho enquadra-se no campo das pesquisas qualitativas, que têm como características:

- (a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configurados; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas. (Garnica, 2004, apud Borba, 2004, p. 1)

Esse tipo de pesquisa busca priorizar os procedimentos descritivos, admitindo a inferência subjetiva do pesquisador, uma vez que, conforme evidencia Borba (2004, p. 3), “o conhecimento não é isento de valores”. Cabe salientar que a pesquisa se configurou como um estudo de caso, tendo como objeto de análise as turmas investigadas. As fontes de informações

que serviram de base para a análise do desempenho dos grupos no projeto foram: relatórios e materiais elaborados pelos alunos, gravações em áudio e vídeo das atividades, além da observação da professora-investigadora, que interagiu com os alunos durante todo o projeto.

### **Proposta de intervenção pedagógica: projeto de investigação estatística em um ambiente de modelagem matemática**

O projeto foi dividido em cinco etapas:

- Escolha do tema: formação dos grupos por tema de interesse ou escolha prévia de um tema pelos grupos;

Nessa etapa, os alunos foram convidados a escolher um tema que desejassem aprofundar. Tal escolha, por exigir a manifestação de interesses, provocou nos estudantes a responsabilidade e o compromisso de escolher um tema relevante para si e para os outros; e levou-os a perceberem-se capazes de refletir e posicionar-se, já que mobilizaram várias competências para inteirar-se do tema e interagir com os colegas. Tais atitudes influenciaram o desenvolvimento da próxima etapa:

- Interação: É o momento de interação dos alunos com o tema ou fenômeno, o qual possibilita as negociações dos interesses envolvidos.

Essa etapa exigiu dos alunos um olhar profundo e seletivo para fazer os recortes do tema e determinar as variáveis capazes de dar subsídios para a compreensão esperada, aguçando a capacidade de discernimento dos estudantes.

- Definição da questão ou problema

- escolha do(s) aspecto(s) do tema;
- estabelecimento de hipóteses; e
- elaboração da(s) questão(ões) para a verificação da(s) hipótese(s).

Nesta etapa, os grupos deveriam elaborar perguntas sobre a temática, vivência que mobilizou diversas habilidades e competências, já que exige reflexão e discussões para construir questões suficientes e capazes de fornecer informações que contribuam para verificar as hipóteses. Neste caso, a diversidade de variáveis, assim como a qualidade das perguntas, exigiu criatividade e interação com o tema e foi fundamental para a análise e para a conclusão dos resultados.

- Compreensão do problema

- pesquisa de campo;
- análise exploratória de dados: nesta fase, os alunos foram convidados a utilizar os conceitos e os modelos estatísticos e matemáticos para calcular índices e medidas estatísticas com os quais poderiam estabelecer relações e tirar conclusões, além de construir os modelos representativos dos resultados encontrados.

Esta etapa supõe a coleta de dados; neste caso, aplicou-se um questionário em uma amostra na população da região. Para efetivar esta atividade, foram discutidos conceitos estatísticos, como população e os que se referem à amostragem, além das atitudes e das ações necessárias para as entrevistas. Os conceitos foram sistematizados, partindo do contexto da

pesquisa dos alunos, dando-lhes sentido e provocando reflexões e discussões, mas ampliando para outros contextos. De posse dos dados coletados, os grupos, buscando responder aos nossos questionamentos, utilizaram os conceitos e os modelos estatísticos para organizá-los, apresentá-los ou resumi-los e construíram os modelos representativos dos seus dados, o que possibilitou observar tendências e regularidades. Nesta etapa, os alunos tiveram contato com a maioria dos conceitos da Estatística básica, e não percebemos grandes dificuldades dos estudantes em compreendê-los ou calculá-los utilizando os dados coletados em sua pesquisa.

- Deduções, conclusões, inferência e comunicação de resultados.

- De posse das relações verificadas no processo investigativo, estas foram analisadas e comparadas às hipóteses estabelecidas, o que possibilitou tirar conclusões e fazer previsões para a população, com base nos resultados observados na amostra consultada.
- Os resultados encontrados foram analisados criticamente, observando-se sua validade, capacidade de generalização e possibilidade de inferência na população em estudo.
- A comunicação teve o intuito de informar aos outros os resultados encontrados e as atitudes que esses resultados sugeriram.

Na última etapa, de posse das relações estabelecidas, dos modelos construídos e das tendências observadas no processo investigativo, os alunos deveriam analisá-los criticamente e compará-los com as hipóteses estabelecidas, observando sua validade, capacidade de generalização e possibilidade de inferência na população em estudo. A análise dos resultados deveria levar à percepção da eficiência, ou não, das perguntas para a obtenção de dados relevantes para atingir os objetivos do grupo, o que demandou muita reflexão e exigiu que fossem feitas relações destes com as hipóteses e com o contexto. No caso da ineficiência de uma questão, esta deveria ser descartada ou até refeita, e o processo retomado. Como podemos deduzir, este tipo de situação possibilita aos alunos mais que a aquisição de conceitos, o que dificilmente pode acontecer em um ambiente no qual os sujeitos sejam passivos ou trabalhem com dados fictícios.

Por fim, as conclusões acerca do tema e os resultados encontrados deveriam ser comunicados e apresentados à comunidade escolar, que, assim, seria conscientizada a respeito das informações obtidas e das atitudes que estas sugeriam.

### **Considerações finais**

O desenvolvimento dos grupos das duas turmas revelou interesse dos alunos por temas relevantes e por pesquisas e discussões sobre tais temas. Necessitaram apenas ser expostos a essas situações e orientados para produzir discussões construtivas, o que lhes deu subsídios para elaborar as perguntas com as quais pretendiam obter dados para a compreensão do tema.

A elaboração das perguntas, por representar uma situação nova para esses alunos, demandou muita intervenção e tomou mais tempo do que o esperado. Ainda assim, foi uma experiência desafiadora para eles e apresentou resultados surpreendentes, apesar de alguns grupos terem demonstrado muita dificuldade para elaborar perguntas coerentes. Esta dificuldade, em alguns casos, estava ligada à pouca habilidade de escrita, mas também à falta de vivência dos estudantes com situações nas quais tenham de observar um fenômeno ou tema e elaborar perguntas a serem respondidas para compreendê-lo. Essa não tem sido uma prática comum nas escolas, pois ensinamos a responder questões, e não a fazê-las. Assim, as perguntas elaboradas

representavam as variáveis de interesse dos alunos e seria por meio delas que obteriam os dados com os quais buscariam observar padrões ou regularidades e estabelecer relações.

De posse dos dados coletados, os grupos, para responder aos questionamentos propostos, utilizaram os conceitos e os modelos estatísticos para organizá-los, apresentá-los ou resumi-los, construindo assim, os modelos representativos dos seus dados, o que possibilitou observar tendências e regularidades fornecendo subsídios para a compreensão desejada. Nesta etapa, os alunos tiveram contato com a maioria dos conceitos da estatística básica, e não percebemos grandes dificuldades dos estudantes em compreendê-los ou calculá-los utilizando os dados coletados em sua pesquisa.

A última etapa do projeto, que previa a elaboração do relatório final e a apresentação dos resultados para a classe, tinha como objetivo socializar os resultados dos diferentes grupos, mas não foi executada pela maioria deles, em função da organização da escola para a última semana letiva, da qual os alunos considerados aptos a colar grau foram dispensados. Esse imprevisto impossibilitou também a apresentação e a análise dos dados de alguns grupos.

Retomando o referencial teórico construído anteriormente e as ações descritas na atividade proposta, consideramos que as etapas indicadas no processo de modelagem matemática e aquelas consideradas importantes no processo de ensino e aprendizagem da Estatística, no qual o aluno tem papel ativo e assume a responsabilidade pela construção do próprio conhecimento, têm suporte na perspectiva de projetos, pelo seu caráter interdisciplinar e aberto, características fundamentais para a implementação de um processo de investigação estatística em um ambiente de modelagem matemática. Tal proposta supõe ser o processo de investigação estatística a própria modelagem, já que, necessariamente, passa pelas etapas de um processo de modelagem. Assim, podemos concluir que um ambiente de modelagem matemática pode contribuir para despertar o interesse dos alunos em participar de forma ativa da construção do próprio conhecimento estatístico; e é capaz de proporcionar condições para os estudantes perceberem a utilidade dos conhecimentos escolares para a resolução de problemas, dando significado aos conceitos e desenvolvendo o raciocínio estatístico, além de formar pessoas com capacidade de atuar na sociedade de forma ativa e reflexiva.

### Referências Bibliográficas

- Barbosa, J. C. (2001). Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. Anais da 24<sup>a</sup> Reunião anual da ANPED. Caxambu, ANPED.
- \_\_\_\_\_. (2004). A “contextualização” e a modelagem na educação matemática do Ensino Médio. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife: SBEM. CD-ROM.
- Batanero, C. (2001). Aleatoriedad, modelización, simulación. Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. Actas: X Jornada sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas (p.119-30). Zaragoza: ICE, 2001. Recuperado em março, 20, 2008, disponível em: <<http://www.ugr.es/~batanero/publicaciones>>.
- \_\_\_\_\_. & Diaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística (125-63). In Royo, J. P. (Ed.). *Aspectos didácticos de las matemáticas*. Zaragoza: ICE.
- Borba, M. de C. (2004). A pesquisa qualitativa em educação matemática. Anais da 27<sup>a</sup> Reunião anual da ANPED (1-18). Caxambu, ANPED.

- Brasil. (2002). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC. 144 p.
- \_\_\_\_\_. (2006). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Vol.2. Brasília: MEC/ SEMTEC.
- Burak, D. (1992). *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem*. Tese de doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas. 460 p.
- Campos, Celso Ribeiro. (2007). *A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da Estatística em curso de graduação*. Tese de doutorado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 256 p.
- Carvalho, C. (2001). *Interação entre pares: contributos para a promoção do desenvolvimento lógico e do desempenho estatístico, no 7º ano de escolaridade*. Tese de doutorado em Psicologia da Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa. 533 p.
- Freire, P. & Fagundes, A. (1998). *Por uma pedagogia da pergunta*, 4ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 158 p.
- Garfield, J. (1993). Teaching statistics using small-group cooperative learning. *Journal of Statistics Education*, 1(1).
- \_\_\_\_\_. & Gal, Ido. (1999). Teaching and assessing statistical reasoning (207-19). In Stiff, L.; Curcio, F. (Org.). *Developing mathematical reasoning in grades K-12*. USA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Jacobini, O. R. (1999). *A modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação*. Dissertação de mestrado em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 131 p.
- Lesh, R., Amit, M. & Schorr, R. (1997). Using “real-life” problems to prompt students to construct conceptual models for statistical reasoning (65-83). In Gal, Ido & Garfield, Joan (Ed.). *The assessment challenge in statistics education*. Amsterdam: The International Statistical Institute.
- Lopes, C. E. (1998). *A probabilidade e a estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular*. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, Campinas. 133 p.
- \_\_\_\_\_. (2003). O conhecimento matemático adquirido através dos projetos (23-7). In Lopes, C. E. *Matemática em projetos: uma possibilidade*. Campinas, SP: FE.
- \_\_\_\_\_. (2004). Literacia estatística e INAF 2002 (187-97). In Fonseca, M. da C. (Org.). *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. São Paulo: Global.
- \_\_\_\_\_. (2008). Reflexões teórico-metodológicas para a educação estatística (67-86). In Lopes, C. E. & CURI, E. (Org.). *Pesquisas em educação matemática: um encontro entre a teoria e a prática*. São Carlos: Pedro e João Editores.

- Mendonça, L. O. (2008). *A Educação Estatística em um ambiente de modelagem matemática no ensino médio*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 233 f.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2008). *Curriculum focal points*. Recuperado em: setembro, 01, 2008, disponível em: <<http://www.nctm.org/resources/hith.aspx>>.
- Silva, C. B. (2007). *Pensamento estatístico e raciocínio sobre variação: um estudo com professores de matemática*. Tese de doutorado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo. 355 p.
- Skovsmose, O. (2000). Cenários para investigação (66-91). *Boletim de Educação Matemática – Bolema*, 13(14). Rio Claro, SP, UNESP.
- Wild, C. & Pfannkuch, M. “Statistical thinking in empirical enquiry”. (1999). *International Statistical Review*, 67, 223-65, International Statistical Institute. Recuperado em agosto, 24, 2008, disponível em: <<http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/isr/99.wild.pfannkuch.pdf>>.