

O MEIO AMBIENTE E O ENSINO DE ESTATÍSTICA

Celso Ribeiro Campos; Otávio Roberto Jacobini; Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki;

Denise Helena Lombardo Ferreira

crcampos@pucsp.br; otavio@puc-campinas.edu.br; mariallwode@gmail.com;

lombardo@puc-campinas.edu.br

PUC-São Paulo; PUC-Campinas; UNESP-Rio Claro; PUC-Campinas; Brasil

Modalidad: Comunicación Breve (CB)

Nivel: 4 Terciario

Tema: III.4 - Educación Matemática y Participación Crítica en las Políticas Públicas

Palavras-chave: educação estatística, educação crítica, modelagem, meio ambiente.

Resumo:

A conscientização política e a discussão de temas sociais ligados à realidade do aluno são os principais objetivos da Educação Crítica, que podem ser perseguidos independentemente do conteúdo programático das disciplinas. A Educação Estatística Crítica faz uma aproximação entre os fundamentos da Educação Estatística e a Educação Crítica, mostrando as possibilidades de integração entre essas abordagens pedagógicas.

Nesse contexto, destacamos as interfaces sócio-políticas dentro do ensino de Estatística e mostramos, por meio de um projeto de modelagem matemática que desenvolvemos e aplicamos em um curso de graduação, como é possível obter resultados positivos com essa integração.

O objetivo deste trabalho é apresentar e analisar um caso prático, abordando o tema do aquecimento global, inserido no contexto do ensino de correlação e regressão, dentro da disciplina Estatística em um curso de graduação. Investigamos se o aquecimento global é um fato ou uma hipótese e se há evidências estatísticas comprováveis de sua ocorrência em nossa região. Sem perder o foco no conteúdo estatístico, discutimos questões sociais e políticas envolvidas na problemática ambiental no Brasil.

INTRODUÇÃO

A Educação Crítica (EC) tem por objetivo promover a conscientização política e a discussão de temas sociais ligados à realidade do aluno. Em nossa visão, tal objetivo pode ser perseguido independentemente do conteúdo programático das disciplinas, pois entendemos que os educadores podem construir adaptações para abarcar temas que facilitem a discussão de questões político-sociais relevantes para a realidade do aluno.

A evolução da EC levou à construção da Educação Matemática Crítica (EMC), na qual se destaca o pesquisador Ole Skovsmose. Em Campos (2007) e, principalmente, em Campos et al (2011), mostramos como a EC pode se relacionar com a Educação Estatística (EE) e construímos os alicerces da Educação Estatística Crítica (EEC).

Nesse contexto, tomamos os fundamentos da EEC para praticar a valorização de interfaces sócio-políticas dentro do ensino de Estatística em cursos de graduação. Assim, neste trabalho apresentamos um fragmento da base teórica da EEC e mostramos, por meio de um projeto de modelagem matemática que desenvolvemos na disciplina de Estatística e aplicamos em um curso de graduação em Ciências Econômicas, como é possível obter resultados positivos tanto no âmbito da EE como da EC.

A EDUCAÇÃO CRÍTICA, A EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA E A EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA CRÍTICA

Entendemos a EC como uma evolução do pensamento crítico, sendo que a elaboração de seus alicerces pode ser creditada principalmente a Jurgen Habermas, na Alemanha e Paulo Freire, na América Latina. A visão emancipadora da educação de Freire inspirou Giroux (1997), que avançou na ideia de democratização e politização da pedagogia, em uma visão do professor como intelectual transformador. Giroux defendeu a utilização de formas de pedagogia que tratem os estudantes como agentes críticos, para utilizar o diálogo afirmativo e argumentar em prol de um mundo qualitativamente melhor. Incorporando esses conceitos, Skovsmose ressaltou que essa criticidade deve estar presente na Educação Matemática e, assim, ele construiu uma EMC, na qual se valoriza o trabalho com projetos de modelagem.

A EE, que se desenvolveu principalmente a partir da década de 1990, procura diferenciar as problemáticas pedagógicas apresentadas por esta disciplina das vivenciadas pela Matemática. Com isso, diversos autores convergiram para a ideia de que o ensino de Estatística deve concentrar-se no desenvolvimento de três competências específicas: o pensamento estatístico, o raciocínio estatístico e a literacia estatística.

A literacia estatística, conforme Gal (2004), se dá principalmente por meio de dois componentes inter-relacionados:

- a) a habilidade das pessoas em interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas, os argumentos relacionados com dados de pesquisas e os fenômenos estocásticos que podem ser encontrados em diversos contextos;
- b) a habilidade das pessoas para discutir ou comunicar suas reações a essas informações estatísticas, suas interpretações, opiniões e entendimentos.

Para Gal (op. cit.), o entendimento e a interpretação da informação estatística requerem que o estudante tenha a atitude de fazer questionamentos, não tratando passivamente os dados que lhe são disponibilizados e os resultados que são obtidos.

O pensamento estatístico está relacionado à capacidade de se identificar os conceitos estatísticos envolvidos nas investigações e nos problemas, incluindo a variabilidade dos dados, a incerteza, como e quando utilizar apropriadamente os métodos de análise e de estimação, avaliando o problema estatístico de maneira global.

Essa capacidade, segundo Chance (2002), prevê que o estudante tenha a habilidade de explorar os dados de modo a extrapolar o que é prescrito nos textos, além de gerar novos questionamentos fora daqueles indicados na investigação.

A maneira com a qual as pessoas raciocinam com conceitos estatísticos compõe o que em geral se denomina raciocínio estatístico. Segundo Garfield (2002), raciocinar estatisticamente significa fazer interpretações apropriadas para um certo conjunto de dados, representá-los adequadamente e fazer conexões entre os conceitos envolvidos num problema, destacando a variabilidade, a incerteza e a probabilidade, por exemplo.

O desenvolvimento do raciocínio estatístico deve levar o estudante a ser capaz de compreender, interpretar e explicar um processo estatístico baseado em dados reais. Por isso, Ben-Zvi (2008) destaca a importância dessa capacidade, afirmando que todos os cidadãos devem possuí-la e que ela deve constituir um ingrediente padrão na educação.

É possível observar muitos pontos em comum entre as três capacidades, em especial entre o pensamento e o raciocínio estatísticos. Em nossa visão, mais importante do que observar possíveis diferenciações entre essas capacidades, compete aos educadores estatísticos aprofundar as investigações sobre como desenvolvê-las nos estudantes. Nessa direção, Campos (2007) propõe, resumidamente, algumas atitudes para o trabalho em sala de aula:

- i) trabalhar com dados reais e relacioná-los ao contexto em que estão envolvidos;
- ii) incentivar os alunos para que interpretem, expliquem, critiquem, justifiquem e avaliem os resultados, trabalhando preferivelmente em grupos, debatendo e compartilhando opiniões.

Adicionalmente, para contemplar os principais aspectos da EC e, Campos et al (2011) sugerem as seguintes ações:

- a) problematizar o ensino, trabalhar a Estatística por meio de projetos contextualizados dentro de uma realidade condizente com a do aluno;
- b) favorecer o debate e o diálogo entre os alunos e entre eles e o professor, assumindo uma postura pedagógica democrática;
- c) tematizar o ensino, privilegiando atividades que possibilitem o debate de questões sociais e políticas importantes;

- d) utilizar bases tecnológicas no ensino, valorizando competências de caráter instrumental;
- e) adotar um ritmo flexível para o desenvolvimento dos temas;
- f) debater o currículo e a estrutura pedagógica adotados.

Adotando essas ações e atitudes no processo pedagógico, estaremos praticando a EEC que vai contra o modelo tradicional de ensino, segundo o qual a educação se dá de forma alienante ao se assumir uma falsa postura de neutralidade política.

Nesse contexto, temos defendido (CAMPOS, 2007 e CAMPOS ET AL, 2011) que o trabalho com projetos de modelagem matemática compõe uma estratégia pedagógica adequada para se levar a cabo a EEC. Com a modelagem, criamos motivação, facilitamos a aprendizagem, damos significado aos conteúdos trabalhados, valorizamos a aplicabilidade dos conceitos e desenvolvemos nos alunos o espírito crítico e transformador de sua realidade, além de fomentarmos a compreensão do papel político-social da Estatística.

DESCRICÃO DO AMBIENTE

Na disciplina de Estatística Econômica, ministrada no curso de Ciências Econômicas pelo primeiro autor deste trabalho no segundo semestre de 2011, um dos conteúdos presentes no programa do curso é Correlação e Regressão. Em uma aula introdutória, o professor mencionou que a regressão pode ser útil para modelar fenômenos de diversas naturezas, mesmo fora do contexto econômico. Os alunos se interessaram e perguntaram por um exemplo de aplicação. O professor citou o estudo do aquecimento global e, como esse tema é muito controverso e gerou muito debate, foi proposta a realização de uma atividade relacionada ao assunto, organizando grupos e selecionando temas para que cada um pesquisasse e fizesse uma apresentação. A adesão foi voluntária e os encontros foram realizados fora do horário de aula.

No primeiro encontro, vinte alunos compareceram e foram divididos em quatro grupos. Ficou decidido que os grupos pesquisariam os seguintes temas:

- i) precipitação na cidade de São Paulo;
- ii) temperatura na cidade de São Paulo;
- iii) precipitação na cidade do Rio de Janeiro;
- iv) temperatura na cidade do Rio de Janeiro.

A escolha das cidades se deu por conveniência, pois poderia ser difícil conseguir dados históricos para cidades menores. A primeira tarefa de cada grupo seria obter dados

históricos em uma série tão longa quanto possível para a temperatura e precipitação das cidades mencionadas.

Os grupos que pesquisaram a temperatura obtiveram seus dados em um site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): <http://clima1.cptec.inpe.br/>. Os grupos que pesquisaram a precipitação obtiveram seus dados em um site da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA): <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/>.

As séries históricas de precipitação obtidas pelos alunos referiam-se ao período de 1979 a 2009. Já as séries de temperatura iam de 1980 a 2010.

Com os dados de temperatura organizados em uma série temporal, os alunos deveriam fazer uma regressão dos dados dessazonalizados, utilizando como variável explicativa o tempo ($x = 1, 2, 3, \text{etc.}$). O objetivo é verificar se há uma tendência ascendente comprovável na série.

Com os dados de precipitação, os alunos deveriam fazer um gráfico com o auxílio da planilha eletrônica Excel para observar visualmente a variabilidade dos valores. Por meio da medida da variância dos dados, o objetivo é observar se existe um aumento da volatilidade dos resultados de precipitação, ou seja, se a variância dos níveis de precipitação é constante ao longo da série ou se ela vêm se acentuando.

A ideia desse estudo é procurar uma evidência empírica do aumento da temperatura nas cidades pesquisadas ao longo do tempo, o que seria esperado considerando-se a hipótese do aquecimento global como verdadeira. Ademais, sabemos que uma das consequências do aquecimento global é a alteração no regime de chuvas, acentuando a concentração das precipitações ao longo do tempo.

Não foram todos os alunos da classe que aceitaram participar do projeto. Dessa forma, foi combinado que os grupos engajados no projeto fariam uma apresentação dos resultados para a classe e os alunos que não participaram fariam uma apresentação sobre o tema do aquecimento global.

APRESENTAÇÕES E RESULTADOS

Na data marcada, primeiramente houve uma apresentação dos alunos que não participaram do projeto, que exibiram imagens relacionadas ao aquecimento global e um trecho do filme *Uma Verdade Inconveniente* (*An Inconvenient Truth*), de 2006.

Em seguida apresentaram os grupos (i) a (iv), na ordem.

Os grupos (i) e (iii), que pesquisaram os índices pluviométricos, apresentaram resultados semelhantes. Em ambos os casos, a medida da variância se manteve constante ao longo da série histórica, conforme indicaram o exame visual do gráfico e o

cálculo da heterocedasticidade. Cabe observar que heterocedasticidade ocorre quando as variâncias para Y e X ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) não são iguais para todas as observações (MATOS, 2000). Essa verificação foi feita por meio de um teste de hipóteses, conhecido como teste de Park. Na prática, esse resultado indica que não há evidências comprováveis na amostra analisada de que tenha havido ao longo do tempo uma variação significativa no regime de chuvas.

Os grupos (ii) e (iv), que pesquisaram as temperaturas, também obtiveram resultados semelhantes. Em ambos os casos, as regressões calculadas mostraram um valor positivo para o parâmetro da variável X (tempo), indicando uma tendência de crescimento da série histórica. Entretanto, embora positivo, esse parâmetro apresentava resultado próximo de zero e, por meio do teste de hipótese conhecido como teste t (Student), ao nível de confiança de 95%, o parâmetro se mostrou estatisticamente nulo. Na prática, esse resultado indica que não há evidência empírica comprovável na amostra analisada de haja uma tendência de crescimento nas séries históricas de temperaturas analisadas.

Em seguida às apresentações, os alunos discutiram, juntamente com o professor, os resultados obtidos. Os próprios alunos mencionaram as limitações dos resultados, observando que eles não refutavam a hipótese do aquecimento global, principalmente pelo fato de que apenas duas regiões foram analisadas e as séries históricas obtidas talvez não fossem tão extensas quanto necessário para se observar as tendências. Nesse debate também foram abordadas questões relativas ao comportamento das pessoas e quais atitudes eles deveriam ter para não agravar o problema do aquecimento global. Outra questão que emergiu do debate foi relativa às políticas públicas adotadas pelos governos em relação à problemática do aquecimento global. Nesse sentido, os alunos fizeram críticas ao governo brasileiro e também a outros países que não adotavam políticas convenientes para combater o problema.

ANÁLISE

Nesse projeto, o conteúdo de estatística trabalhado foi a regressão. Os alunos perceberam a importância do uso da tecnologia para ter acesso a resultados confiáveis (os dados foram obtidos via internet e os gráficos e cálculos foram feitos com a planilha eletrônica Excel) e puderam notar a importância de trabalhar com dados reais. Também foi destacada a relevância dos conteúdos da disciplina para modelar problemas reais. Percebemos que o projeto permitiu o aprofundamento dos conhecimentos dos alunos a respeito dos conteúdos estatísticos envolvidos.

Em relação às três competências citadas pelos fundamentos teóricos da EE, observamos que o trabalho com dados reais permitiu aos alunos uma visão global do problema. Os estudantes puderam perceber as dificuldades que cercam a complexidade do tema e vivenciaram o uso de algumas ferramentas estatísticas usadas no universo das regressões. Entendemos que esse trabalho tende a ajudar no desenvolvimento do pensamento e do raciocínio estatístico sobre dados e sobre medidas. Quanto à literacia, acreditamos que a elaboração dos relatórios, o uso de expressões e de terminologias típicas da estatística, o trabalho de elaboração dos gráficos e tabelas, além dos testes de hipóteses realizados, bem como as discussões envolvendo a temática das regressões tende a auxiliar o desenvolvimento dessa competência.

Quanto à EC, entendemos que em vários aspectos nós a tivemos em destaque. Tanto nas apresentações como nas discussões, em diversos momentos os alunos foram colocados frente a frente com o problema do aquecimento global, suas causas e consequências. Os debates despertaram nos alunos um sentimento de indignação frente às atitudes das pessoas e dos governos frente a um problema que afeta a todos, ricos e pobres, mas cuja principal consequência se dá entre aqueles que socialmente são menos favorecidos, que vivem em áreas de risco, sujeitos a inundações e deslizamentos de terra.

Quanto à EEC, percebemos que ao longo do projeto estivemos no caminho traçado pelas considerações teóricas previstas por Campos et al (2011), pois:

- a) problematizamos o ensino, trabalhamos temas relacionados à Estatística por meio de projetos contextualizados, ligados a uma realidade condizente com a do aluno;
- b) estimulamos o debate e as discussões entre os alunos e entre eles e o professor, assumindo assim uma postura pedagógica democrática;
- c) tematizamos o ensino e focamos as atividades privilegiando o debate de várias questões sociais e políticas importantes;
- d) utilizamos bases tecnológicas no ensino e valorizamos competências de caráter instrumental para o aluno que vive em uma sociedade eminentemente tecnológica;
- e) adotamos um ritmo flexível na execução das apresentações dos trabalhos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na execução das atividades pedagógicas relacionadas ao projeto que aqui descrevemos, tivemos como objetivo mostrar uma possibilidade de trabalho de inserção da EEC dentro de um conteúdo da disciplina de Estatística em um curso de graduação. Nesse contexto, procuramos enfatizar as interfaces sócio-políticas envolvidas na tematização proposta, que emergiu do ambiente pedagógico vivido pelo professor. Nosso interesse

ao relatar essa experiência foi o de mostrar que as oportunidades de inserção da temática relacionada aos problemas sociais e políticos ocorrem em diversos momentos da ação pedagógica e cabe ao educador aproveitar essas situações para incentivar o espírito crítico, investigativo e contestador dos estudantes que se sobressai quando ele é colocado frente a frente com uma problemática social que envolve a sua realidade.

Acreditamos que, sem perder o foco dos conteúdos estatísticos, ao adotar a EEC em um ambiente tecnológico podemos enriquecer sobremaneira o processo pedagógico de forma a dar ao estudante a oportunidade de entender melhor a sua própria realidade e encontrar os caminhos que podem levá-lo a ações que na verdade representam reações contra a realidade social e política na qual ele vive.

REFERÊNCIAS

- BEN-ZVI, D. Research on Developing Statistical Reasoning: Reflections, Lessons Learned, and Challenges. In: ICME 11 Annals. Monterrey, México, 2008. <<http://icme11.org/node/1530>>. Acesso em 24/04/2010.
- CAMPOS, C. R.A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de graduação. Tese (doutorado em Educação Matemática), 242 f. Rio Claro/SP: UNESP-IGCE, 2007.
- CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. Educação Estatística – teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.
- CHANCE, B. L. Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment. In: Journal of Statistics Education V. 10, n. 3, 2002. <www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html>. Acesso em 28/08/2012.
- GAL, I. Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. In: The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 47-78.
- GARFIELD, J. The challenge of developing statistical reasoning. In: Journal of Statistics Education, v. 10, n. 3, 2002. <www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html>. Acesso em 24/04/2010.
- GIROUX, H. Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- MATOS, O. C. Econometria Básica – teoria e aplicações. São Paulo: Atlas, 2000.
- SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica – a questão da democracia. 2ª ed. Campinas/SP: Papirus, 2004.