

INVESTIGANDO MODELOS MATEMÁTICOS PRESENTES EM NOSSO COTIDIANO NUM AMBIENTE DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

*Flávio Nazareno Araujo Mesquita
Secretaria de Estado de Educação do Pará
Universidade Federal do Pará
flavio.nam@hotmail.com*

Resumo:

Este relato trata de uma experiência num ambiente de formação de professores em aulas que se aproximem do perfil de cenário de investigação em acordo com a Educação Matemática Crítica. Para tanto, foi realizado um projeto de investigação de um modelo que está presente no cotidiano da sociedade: a conta de energia elétrica. Tal projeto foi posto em ação junto a alunos da Licenciatura em Matemática que foram envolvidos em questões diversas contidas na conta de energia, em especial, a cobrança de impostos e como eles incidem no total da fatura. Os resultados apontam que para a necessidade de levar para a formação de professores a discussão desses modelos para que os futuros professores tenham condições mínimas de construir cenários para seus futuros alunos.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica; Formação; Cenários de investigação; Modelos matemáticos; Conta de energia.

1. Introdução

O ensino de matemática na escola vem há muito tempo sendo marcado por práticas que impõe o conhecimento com pouca ou nenhuma relação com os problemas da sociedade, e não raramente o professor pauta suas aulas por meio de uma breve definição do objeto, uma tarefa dada e resolvida como exemplo (como se faz) e, em seguida, são feitos os exercícios (repita como se faz). A ênfase é dada nos exemplos e exercícios.

Os alunos apenas resolvendo listas de exercícios em busca das respostas certas vão aprender as regras, aprender como se dá o jogo disciplinado e não criativo. Seguir as regras é importante para sua adequação nas instituições, mas compreendê-las e, se possível, questioná-las, é também importante para estabelecer uma cidadania crítica (SKOVSMOSE, 2008).

Assim, Skovsmose (2008) propõe ações em sala de aula numa perspectiva de “cenários de investigação” em que os alunos iriam em busca de respostas para questões

relacionadas a modelos que usam matemática e estão presentes na sociedade. Tal investigação propiciaria evidenciar uma matemática que formata a sociedade, nos modelos matemáticos que regem políticas, tecnologias e que são instrumentos de poder. Dessa forma, o aluno poderia adquirir conhecimentos para criticar e interferir em decisões que lhe afetasse diretamente.

Ferrari (2008) ressalta que, segundo Dewey, é recomendável ao professor apresentar os conteúdos escolares na forma de questões ou problemas, evitando mostrar aos alunos, de antemão, as respostas ou soluções prontas. Evitando, assim, iniciar suas aulas com definições ou conceitos já elaborados, e assim, propiciar o uso de procedimentos que façam o aluno raciocinar e elaborar ideias para depois confrontar com o conhecimento sistematizado.

Nessa perspectiva, busco nesse relato, por meio de uma abordagem qualitativa, mostrar uma experiência feita com alunos de licenciatura em matemática que foram envolvidos numa atividade com o modelo matemático da cobrança da conta de energia de residências.

Por meio do questionamento proposto “O que de fato pagamos numa fatura de energia elétrica?”, objetivamos atingir o objetivo geral de envolver os alunos num cenário de investigação em que se possibilitassem questionamentos sobre o que de fato pagamos numa fatura de energia; bem como os objetivos específicos de articular o modelo matemático da fatura de energia com objetos matemáticos da escola e incentivar o uso de recurso tecnológico, como a planilha eletrônica para a reconstrução de modelos matemáticos em sala de aula.

2 – Aportes teóricos

Na perspectiva da modelagem sócio-crítica, Barbosa (2006) ressalta que se estamos engajados em educar matematicamente nossos alunos como agentes participantes da sociedade que farão uso do exercício da cidadania, as atividades de modelagem podem ser

tomadas, nesse sentido, por meio do enfrentamento da ideologia da certeza (SKOVSMOSE, 2007). E, pode-se partir de críticas sobre o uso que a escola, e mais precisamente, os livros didáticos, fazem da matemática escolar ao propor situações de contextos virtuais em que os alunos deverão cumprir suas tarefas que foram devidamente propostas para obterem a resposta correta, exata, sem reflexões.

Segundo Skovsmose (2007) a ideologia da certeza torna-se problemática quando é posta a operar fora da sala de aula de matemática, a se tratar com contextos reais tais como: compras, investimentos, contas de energia, de telefonia, de cartões de crédito, etc. Nesse sentido, destaca-se a importância do conhecimento reflexivo na interpretação e discussão de modelos matemáticos que funcionam a pleno vapor na sociedade e influenciam suas decisões e atitudes (ALMEIDA *et al*, 2013).

Assim, ao invés do professor se enclausurar nos contextos que aparecem em livros e manuais didáticos, ele pode investir em aulas que suscitem questionamentos por parte dos alunos e que não necessariamente se tenha respostas imediatas. Nesse pensar:

Para Dewey, o professor deve apresentar os conteúdos escolares na forma de questões ou problemas e jamais dar de antemão respostas ou soluções prontas. Em lugar de começar com definições ou conceitos já elaborados, deve usar procedimentos que façam o aluno raciocinar e elaborar os próprios conceitos para depois confrontar com o conhecimento sistematizado. (FERRARI, 2008).

Assim, a formação de professores para atuar na Escola Básica pode contribuir para que futuros professores, a partir de uma prática problematizadora (FREIRE, 1987), possam desenvolver suas aulas a partir de questionamentos de modelos reais possíveis de serem estudados em sala em acordo com o que nos encaminham os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quando explicitam que

É papel da escola desenvolver uma educação que não dissocie escola e sociedade, conhecimento e trabalho e que coloque o aluno ante aos desafios

que lhe permitam desenvolver atitudes de responsabilidade, compromisso, crítica, satisfação e reconhecimento de seus direitos e deveres (BRASIL, 2001, p. 27).

Ao assumir este papel, os educadores matemáticos podem vislumbrar cenários de ensino outros além da resolução de exercícios para elucidação de modelos e resolução de problemas ideais, mas situações que evidenciem problemas reais da sociedade (SKOVSMOSE, 2007).

Por outro lado, há que se ter em conta os investimentos necessários para ações na formação e no ensino que objetivam cenários de investigação na sala de aula. Há várias condições e restrições de toda ordem que segundo Chevallard (2005, 2009) devem ser estudadas no processo de transposição didática. No nosso caso, o uso de tecnologias como ferramenta fundamental que fazemos uso para a proposta que intentamos. Em particular, o uso de planilhas eletrônicas e calculadoras científicas. Nesse sentido, parafraseando Almeida *et al* (2013), ressaltamos que o uso das tecnologias informáticas na Modelagem Matemática estão sob o amparo de algumas justificativas:

- a) Possibilidade de enfrentamento de situações complexas com uso de dados reais, ainda que estes sejam em grande número e assumam valores de qualquer ordem de grandeza;
- b) Permite a maior parte dos esforços nas ações cognitivas associadas ao desenvolvimento das atividades que envolvem os modelos, considerando que as realizações de cálculos e aproximações é feita com o uso de computadores e calculadoras.

Assim, buscamos atingir nossos objetivos por meio do projeto “Entendendo a fatura de energia elétrica nas residências” que fez parte das atividades do curso Elaboração de Projetos, em que participamos como professores cursistas, realizado no curso Elaboração de Projetos do Núcleo Tecnológico Educacional em Belém-PA no segundo semestre de 2015. Desenvolvemos o projeto durante o curso, como cursistas, e o encaminhamos a alunos de licenciatura em Matemática de uma faculdade da rede particular onde somos professores.

3 – A experiência na formação

Em nosso cotidiano, apesar de não nos darmos conta, temos nossa vida influenciada por modelos que, em certa medida, regem a vida econômica da sociedade. Muitos desses modelos são bastante complexos e de difícil compreensão, e não raramente geram questionamentos do tipo: Como se dá o emprego dos impostos que são pagos? Como é feita a distribuição de renda entre Estados e Municípios? etc. No entanto, há modelos que chegam à nossa casa todos os meses em forma de fatura e que, em muitos casos, não fazemos sua leitura, seja por não termos conhecimento do que está ali, seja por não fazermos nem questão de saber. Simplesmente, pagamos as contas sem nos darmos conta do que se estamos pagando. Assim, sob a égide da educação matemática crítica, levamos para discussão em sala de aula em um curso de Licenciatura em Matemática numa faculdade particular de Belém um desses modelos para que fossem debatidos vários aspectos de sua cobrança: a conta de energia.

Na atual conjuntura a conta de energia vem sendo uma verdadeira vilã na economia doméstica. E a sensação que temos é que mesmo fazendo economia, parece que ela não diminui nunca. Ao propormos o tema *entendendo sua conta de energia elétrica* uma questão geradora surgiu de imediato: O que de fato pagamos numa fatura de energia elétrica? A partir de tal questão, outras surgiram e enriqueceram o debate.

3.1 - Descrição das ações e resultados

Com o auxílio de data-show, projetamos uma conta (figura 1) de energia no quadro da sala de aula e pedimos para os alunos observarem os dados da conta. Perguntamos o que chamou mais atenção. O aluno A falou sobre o a unidade em que é medido o consumo (kwh) e sobre alguns dados relacionados às leituras passadas e atuais contidas na conta de energia. O aluno B disse que havia trabalhado na empresa concessionária de energia, mas que não entendia muito sobre os dados contidos numa conta de energia.

Nesse primeiro momento, tentamos explorar o que os alunos conheciam sobre as informações contidas na conta de energia e constatamos o desconhecimento de todos sobre os dados da conta. Como são alunos da licenciatura, ou seja, já haviam passado pelo Ensino

Básico, questionei se alguma vez eles tinham realizado alguma tarefa de investigação na escola. A resposta foi negativa, o que neste caso corroborou com o que Skovsmose (2008) afirma sobre a necessidade de se estabelecer um cenário de investigação na sala de aula. Em nosso caso, na formação de professores.

As discussões continuaram mais precisamente sobre valores que são cobrados na conta. O ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), por exemplo, tem alíquota de 25% no Estado do Pará que é um dado escrito na fatura. Mas, os alunos fizeram as contas desse imposto cobrado sobre o valor de consumo e o resultado encontrado estava bem abaixo do valor que estava sendo cobrado na fatura. O mesmo se deu com os outros impostos. Deixamos como tarefa para o próximo encontro que eles deveriam pesquisar sobre os impostos e como são cobrados na conta de energia.

Em outro encontro, os alunos apresentaram alguns escritos sobre a tarifa de energia, mas nenhum apresentou o modelo matemático de tarifação. Embora, aluno A tenha falado como seria o cálculo do ICMS. Assim, colocamos a fórmula para o cálculo do ICMS no quadro e refizemos os cálculos com uso de calculadora.

$$BC = \frac{(\text{VALOR UNITÁRIO DO KWH}) \times \text{CONS.}}{1 - (\% \text{PIS} + \% \text{COFINS} + \% \text{ICMS})}$$

O modelo apresentado pelo aluno é para cálculo do valor base em que incidirão os impostos e isso causou surpresa na turma, pois para eles os impostos foram cobrados em duas vezes na mesma fatura.

Figura 1 : Conta de energia



Fonte: Rede CELPA

Nesse momento utilizamos uma planilha eletrônica para simulação da conta (Figura 2). Mais a seguir consideramos também a taxa de iluminação pública (TIP) como fixa, pois não tinham conseguido, até aquele momento, encontrar a regra de cobrança da tarifa de iluminação pública.

Usando novamente a planilha eletrônica, simulamos contas de energia para valores distintos de consumo. Houve muita discussão entre os alunos, pois os mesmos ficaram surpresos sobre como funciona a cobrança na conta de energia. Verificaram que na prática os impostos não incidem sobre o que é consumido. Por exemplo, o ICMS em que se cobra

uma alíquota de 25%, incidiu no valor de consumo um percentual acima de 40% pelo modelo apresentado. A conta que apresentamos aos alunos ainda não constava a taxa do governo sobre a geração de energia e que o valor com essa cobrança seria maior. Ressaltamos que esse tipo de cobrança do ICMS tem amparo legal, mas que não necessariamente pode ser aplicada.

Figura 2: Uso de planilha eletrônica para reconstrução do modelo

ENTENDENDO SUA CONTA DE LUZ EXEMPLO		CONTA SEM BANDEIRA		
Q (kwh)	535	Q (kwh)	TAXA	535
VC (R\$)	0,47977	VC (R\$)		0,47977
TVC (R\$)	256,677	TVC (R\$)		256,677
PIS (R\$)	2,85	PIS (R\$)	0,007844	2,851768
COFINS (R\$)	13,14	COFINS (R\$)	0,036147	13,14162
ICMS(R\$)	90,88898	ICMS(R\$)	0,25	90,89011
		BASE CAL		363,5605
CIP(R\$)	41,00	CIP(R\$)		41,00
TOTAL(R\$)	404,56	TOTAL(R\$)		404,56

Fonte : do autor

No encerramento das atividades, foram feitas avaliações pelos alunos. O aluno A perguntou por que as aulas de todas as disciplinas de matemática não podem ser feitas dessa forma? Afirmou que aprendeu muito mais do que nas aulas que só se dá com utilização do quadro e com exercícios repetitivos de listas de exercícios. O aluno B falou para todos os presentes que iria aproveitar o projeto para fazer seu projeto de estágio na faculdade para apresentar nas escolas do Ensino Básico. O aluno C ressaltou o uso da tecnologia para auxiliar os cálculos. O aluno D que participou mais enfaticamente na construção de fórmulas na planilha eletrônica, afirmou estar muito satisfeito com o projeto e que desenvolveria no seu estágio um projeto análogo a este.

Apesar de não termos mais tempo para alongarmos nossas discussões naquele momento sobre vários elementos contidos na conta de energia que favoreceria uma investigação interdisciplinar, ficou evidente pela participação e respostas dos alunos que um

cenário de investigação em que muitas questões podem surgir nas aulas, seja na Formação de Professores, seja no Ensino Básico, deve ser construído de modo a favorecer a formação de sujeitos para que estes tenham argumentos para compreender e questionar os modelos que interferem diretamente na vida da sociedade, sem contudo perder de vistas que há situações de muita complexidade e que dificilmente podem ser tratadas somente com o uso da matemática escolar como ferramenta. Nesse sentido, coaduno com Guerra e Silva (2008, p.116) quando afirmam que:

Acreditamos, assim, que é possível pensar esse fazer de modelagem por meio de transposições didáticas de práticas sociais com a matemática do ensino básico, que evidencie o fazer matemático escolar de modelos, algoritmos e fórmulas matemáticas como indispensáveis, não somente para desenvolvimento e a evolução do conhecimento matemático, mas também para a tomada de consciência de que ações e decisões tecnológicas, econômicas, políticas e sociais no mundo podem estar subordinadas a modelos matemáticos e, como tais, podem conter pontos cegos que deixam de fora, segundo as intenções em jogo ou por limitação da linguagem matemática, outras facetas da realidade ou do fenômeno vivido como assim deseja mostrar a educação matemática crítica.

Assim, a escolha de uma questão geradora de um cenário de investigação é de fundamental importância, pois esta pode apresentar-se inviável para um dado nível de ensino. Assim, o trabalho nessa perspectiva requer o estudo das condições e restrições (CHEVALLARD, 2009) que são decisivas para que se possa realizar o cenário de investigação proposto por Skovsmose (2008) em um ambiente de ensino e de formação de professores.

4 - Considerações finais

Apesar da participação de poucos alunos devido a problemas de datas (pois, tivemos que realizar a ação fora do horário normal de aula), esses se mostraram muito envolvidos na atividade proposta e com ideias para o futuro como professores. Assim, pensamos que a elaboração de projeto na perspectiva da Educação Matemática Crítica para a formação inicial

dos

professores se configura como aliada para uma mudança de paradigma de ensino, onde uma educação crítica realizada com o uso de recursos tecnológicos pode contribuir sobremaneira na formação de futuros professores na sua tarefa árdua de ensinar e educar. O

resultado dessa experiência também nos fez pensar sobre projetos que podem ser elaborados para a formação continuada em diversas disciplinas do currículo, sempre tendo em conta o estudo das condições e restrições do campo em que desejamos a implementação de uma educação matemática crítica.

Referências

ALMEIDA, L. W., SILVA, K. P., VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. 1ª edição – São Paulo: Contexto, 2013.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: SEF-MEC, V.3, 2001.

CHEVALLARD, Y. **La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder: questionnement et éléments de réponse à partir de la TAD**. 2009c. Disponível em: <<http://yves.chevallard.free.fr/>>. Acesso em: 24.05.2013.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. 3. ed. 2. reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

FERRARI, Márcio. John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco. **Nova Escola**, São Paulo, jul. 2008. Edição especial grandes pensadores. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/historia/pratica-pedagogica/john-dewey-428136.shtml>. Acesso em 10.10.2015

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido** - 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GUERRA, R. B., SILVA, F. H. S. **Reflexões sobre modelagem matemática crítica e o fazer matemático escolar**. In: PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Volume 2, número 3, jan/jun 2009, páginas 95-119.

SKOVSMOSE, O.

Educação crítica: incerteza, matemática. São Paulo: Cortez, 2007

SKOVSMOSE, O. Matemática Crítica. In: **Revista Presença Pedagógica**. nº 83, volume 14, setembro/outubro de 2008. Disponível em www.presencapedagogica.com.br/capa6/artigos/83.pdf. Acesso dezembro/2015.