



## A SEQUÊNCIA FEDATHI NA RESOLUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES

Francisca Cláudia Fernandes Fontenele; Hermínio Borges Neto

*Universidade Federal do Ceará, claudia@multimeios.ufc.br*  
*Universidade Federal do Ceará, herminio@multimeios.ufc.br*

**Resumo:** Este artigo traz um relato de experiência vivenciado numa aula sobre resolução de sistemas de equações lineares, cujo objetivo é apresentar e discutir a aplicação de uma proposta metodológica de ensino, baseada na Sequência Fedathi, verificando a mediação docente ao abordar o conteúdo. A coleta dos dados se deu por meio de observação direta, de modo que as análises seguiram as etapas da Análise de Conteúdo, numa abordagem qualitativa. Os resultados mostraram que o professor abordou a resolução de sistemas de equações destacando o raciocínio matemático por trás da técnica de resolução. Com isso, seu propósito foi ensinar seguindo uma construção lógica, que culminou numa sistematização formal do conteúdo, a partir dos passos realizados para resolver o sistema linear trabalhado durante a aula. Concluímos que o ensino baseado nessa construção pode estimular o raciocínio matemático do aluno, pois o faz pensar a matemática para além da repetição da técnica. Desse modo, a Sequência Fedathi se mostrou uma proposta promissora para ensino do assunto em questão.

**Palavras-chave:** Sequência Fedathi, sistemas lineares, metodologia de ensino.

### Introdução

O presente artigo traz um relato de experiência vivenciado numa disciplina de Álgebra Linear, ministrada no curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, cujos discentes são professores de matemática da Educação Básica. O professor da disciplina ao abordar o conteúdo de sistemas de equações lineares, suscita reflexões sobre a maneira como este conteúdo tem sido ensinado e sugere uma proposta metodológica de ensino para trabalhar este conteúdo na Educação Básica.

Esta proposta se baseia na Sequência Fedathi (SOUSA et al., 2013) cujos pressupostos teórico-metodológicos se estruturam em quatro etapas: *tomada de posição*, *maturação*, *solução* e *prova*, que visam proporcionar um ambiente de ensino e aprendizagem que possibilite a ação investigativa do estudante em sala de aula, seja resolvendo as atividades, discutindo as soluções encontradas ou mesmo verificando a formalização dos conteúdos propostos pelo professor. Assim, possibilita que o aluno adquira uma maior autonomia frente aos novos conhecimentos.

Na *tomada de posição* o professor lança o desafio ao aluno, seja uma pergunta, um problema ou atividade desafiadora. Na *maturação*, os



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

alunos devem se debruçar sobre o problema e tentar traçar estratégias para resolvê-lo. Na solução os alunos apresentam para o professor e para a turma a resolução do problema. Por fim na *prova* que é a fase em que o professor valida as respostas, o conteúdo é formalizado matematicamente, sendo também o momento de esclarecimento de possíveis dúvidas. Tais etapas ou fases não ocorrem de forma estática e exigem a adoção de uma postura docente reflexiva e ao mesmo tempo provocadora, no sentido de suscitar no estudante as dúvidas e desequilíbrios necessários à compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula.

Nesse sentido, o papel do professor supera a postura de transmissor de informações e conhecimento, passando a assumir um caráter interpretativo que o coloca como mediador do processo de ensino e aprendizagem, “sendo uma ponte entre o conhecimento sistematizado, os saberes da prática social e a cultura onde acontece o ato educativo, incluindo as estruturas sociocognitivas do aluno”. (CUNHA, 2000, p. 85). Este perfil docente exige reflexão constante sobre a prática e a busca permanente por diferentes estratégias e recursos de ensino que possam proporcionar um ambiente favorável ao desenvolvimento das competências necessárias à formação dos estudantes.

É nesse ambiente investigativo que o professor aborda a resolução dos sistemas de equações Lineares, que além de fazer parte dos conteúdos da Álgebra Linear, no ensino superior, também está presente na matriz curricular do ensino fundamental e médio. Os livros didáticos geralmente trazem diferentes métodos de resolução de sistemas de equações para serem abordados com os estudantes, tais como: substituição, adição, comparação, escalonamento, entre outros. Porém, se questiona as vantagens de se estudar tantos métodos, sendo que nem todos são vantajosos para se resolver qualquer tipo de sistema. O método da substituição e da adição, por exemplo, se limitam a sistemas pequenos. A regra de Cramer também tem desvantagens, principalmente, para trabalhar com sistemas maiores que um  $3 \times 3$ .

Segundo Lima et al. (2006) o escalonamento ou eliminação gaussiana é o método mais simples e eficiente para resolver sistemas de equações. Anton e Rorres (2001) têm a mesma visão, incluindo o método de Gauss-Jordan, que evita o uso da retro-substituição e pode ser mais eficiente quando se resolve manualmente sistemas pequenos.

Entretanto, o problema central é a forma como o conteúdo tem sido repassado nas escolas. O ensino convencional tem dado mais ênfase ao domínio de técnicas de resolução do que aos procedimentos que justificam estas técnicas, reforçando a visão da matemática como um corpo de conhecimento pronto e acabado. Mais do que aprender regras é importante que o aluno compreenda a essência do conteúdo e/ou procedimentos por trás das técnicas e fórmulas.



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

Por exemplo, nos sistemas lineares antes de dominar as regras das técnicas de resolução, o aluno precisa compreender o conceito de sistema equivalente e suas implicações para o processo de resolução do sistema. No entanto, muitas vezes este conceito passa despercebido no ensino, pois o foco recai sobre as regras algorítmicas sem se questionar o mecanismo que as sustenta. Nesta aula o professor da disciplina chama atenção para este fato.

Desse modo, neste trabalho temos como objetivo apresentar e discutir uma aplicação da Sequência Fedathi no ensino de resolução de sistemas de equações lineares, verificando em especial a mediação docente ao abordar o conteúdo. Com isso, discorreremos sobre suas principais características e contribuições à prática docente.

### **Metodologia**

A aula na qual relatamos esta experiência se deu na disciplina de álgebra linear do curso de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT. Aconteceu no dia 09/04/16 e teve 3 horas de duração. A turma era composta por 13 alunos. O professor da disciplina é doutor em Matemática e pós-doutor em Educação Matemática, tendo mais de vinte anos de experiência no uso da Sequência Fedathi.

Numa abordagem qualitativa e por meio de observação direta, registramos a aula em áudio, vídeo e diário de campo. Após a coleta dos dados, realizamos a transcrição, retextualização e análise das informações, seguindo a técnica da Análise de Conteúdo, de Bardin (2004?). As categorias eleitas para análise dos dados estão descritas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Categorias eleitas para descrição do uso da Sequência Fedathi

SEQUÊNCIA FEDATHI (SF)		
<b>Categorias de Análise</b>	<b>Subcategorias de Análise</b>	<b>Significados da Análise</b>
Tomada de posição Maturação Solução Prova	Atitude docente	Elementos presentes no processo de ensino que descrevem as características principais de como acontece cada fase da SF.
	Discurso	
	Questionamentos	
	Estratégias didáticas	
	Situações/atividades propostas	

Fonte: Pesquisa direta.

O objetivo da aula era abordar resolução de sistemas de equações. Como o público alvo era composto por professores de matemática da Educação Básica, foi conduzida de modo a levar os alunos a refletir sobre a forma como os



conteúdos matemáticos são geralmente abordados em sala de aula. A seguir temos a descrição e discussão da aula.

### Resultados e discussão

Ao iniciar a aula o professor retoma o assunto trabalhado na aula anterior, relacionando-o, a resolução de sistemas de equações. Enfatiza a importância de se pensar o ensino na perspectiva de trabalhar com foco no raciocínio matemático do aluno. Faz uma *tomada de posição* ao apresentar à turma um sistema linear e chamar um aluno a lousa para resolver. Como os alunos eram professores de matemática, não houve a necessidade de contextualizar o problema. Um aluno prontamente se propõe a resolver na lousa e questiona qual método deve usar. O professor fica quieto, não sugere nenhum método. Assim, o aluno escolheu, livremente, o método da adição, chegando ao seguinte resultado, ilustrado na Figura 1:

**Figura 1** - Resolução efetuada pelo discente usando o método da adição.

$$\begin{cases} x + y = 36 & (1) \\ x - y = 2 & (2) \end{cases}$$

Método da adição: somando membro a membro (1) + (2), temos:

$$2x = 38$$

$$x = 19$$

Substituindo  $x = 19$  em (2):

$$x - y = 2$$

$$19 - y = 2$$

$$y = 17$$

Fonte: Pesquisa direta.

O professor questiona a turma se está correta esta resolução. Os alunos afirmam que sim. O professor afirma que não. Os alunos riem. O professor insiste que está errado. Depois confirma estar correto, porém, enfatiza que o procedimento de resolução não está. O erro está no método escolhido. Esta observação causa estranhamento na turma, porém, essa situação provocada pelo docente teve justamente a intenção de chamar a atenção dos alunos para o procedimento de resolução adotado. Ao afirmar que o aluno errou, tendo este claramente acertado a questão, o professor provoca a dúvida, faz os alunos reverem seus conceitos. Pararem para pensar sobre a situação colocada.

O momento de resolução caracterizou as fases de *maturação* e *solução* da Sequência Fedathi. Estas foram essenciais para que o docente prosseguisse, pois ele partiu da solução do aluno para fazer a turma pensar sobre ensino e mediação



docente. O professor prossegue tentando esclarecer porque considera que houve erro.

Com base na resolução do aluno, o professor critica o método da adição afirmando que ao somar os membros se reduz o sistema a uma equação. Porém, um sistema não pode ser uma equação. Nesse ponto destaca o conceito de equivalência, mais especificamente, sistemas equivalentes, que embora muito importante, passa despercebido e pouco se explora com os alunos na educação básica. O professor reescreve o sistema na lousa, seguido de sistemas equivalentes, como mostra a Figura 2:

**Figura 2 - Sistemas equivalentes**

$$\begin{cases} x + y = 36 \\ x - y = 2 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 36 \\ 2x + 0y = 38 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 36 \\ x + 0y = 19 \end{cases}$$

Fonte: Pesquisa direta

Ao reescrever, explica a importância de se abordar sistemas equivalentes e compara com o método da adição. Ao explicar o assunto, descreve como os professores deveriam fazer ao ensinar este conteúdo na educação básica. Ressalta que, nesse caso, quando forem ensinar a seus alunos, deve ficar claro para os discentes que houve a soma das equações, porém, que essa soma resultou num sistema equivalente ao primeiro, tendo, portanto, ambos a mesma solução. Enfatiza que o aluno precisa saber que pode substituir um sistema pelo outro. Em seguida explora mais os sistemas equivalentes. Destaca a importância da ordem de x e y para que o sistema continue equivalente, e, enfatiza que ao operar com as equações, as variáveis permanecem inalteradas, o papel de x e y é só posicional, então, pode ser escrito conforme mostra a Figura 3:

**Figura 3 – Comparação dos sistemas e matrizes**

$$\begin{cases} x + y = 36 \\ x - y = 2 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 36 \\ 2x + 0y = 38 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 36 \\ x + 0y = 19 \end{cases}$$
$$\begin{matrix} 1 & 1 & 36 \\ 1 & -1 & 2 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1 & 1 & 36 \\ 2 & 0 & 38 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1 & 1 & 36 \\ 1 & 0 & 19 \end{matrix}$$

Fonte: Pesquisa direta

Com isso o docente destaca que está trabalhando somente com o essencial, ou seja, com a essência da resolução de sistemas de equações lineares, que no caso, é o conceito de sistemas equivalentes. O procedimento foi substituir o sistema inicial por sistemas equivalentes. Feito isso, o professor passa a sistematizar



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
**E D U C A Ç Ã O**

os passos realizados comparando com o que o aluno fez inicialmente. Faz isso perguntando a turma o que foi feito, até chegar a:

- 1) Somar a primeira linha com a segunda;
- 2) Dividir a segunda linha por 2;
- 3) Subtrair a segunda linha da primeira.

Dessa sistematização o professor chega, também com auxílio dos alunos, nas operações elementares:

- i) Adicionar uma linha a outra;
- ii) Multiplicar uma linha por uma constante não-nula;
- iii) Trocar uma linha com outra

O professor finaliza a abordagem destacando, novamente, que trabalhou somente o essencial do conteúdo e depois disso é preciso agilizar, tornar mecânico. Nesse ponto fala do método de escalonamento de Gauss e a necessidade de se aprender a técnica. Destaca ainda que o escalonamento é mais eficiente que outros métodos para resolver sistemas lineares e que este deveria ser abordado desde o ensino fundamental, sem que se fale em matrizes, pois com ele é possível se resolver qualquer sistema de equação linear, e ainda se pode discutir o sistema. Assim, o professor realizou a fase de *prova*, formalizando o assunto. Em seguida, passa exercícios do livro para os alunos resolverem e apresentar as soluções na lousa.

Ao abordar a resolução de sistemas de equações lineares com ênfase no conceito de sistemas equivalentes e destacar o método de eliminação de Gauss como o mais eficiente, o docente corrobora com Lima et al. (2006) que afirma que: “O método mais eficiente para resolver sistemas é o do escalonamento, ou eliminação gaussiana. Ele é elementar, consagrado por seu uso secular e, ao mesmo tempo, atual”. (p. 118).

Se fosse uma aula cuja metodologia se baseasse apenas na reprodução de conteúdo, a técnica do escalonamento seria diretamente apresentada e ensinada passo a passo, partindo da definição, não havendo, portanto, oportunidade de compreensão da matemática por trás da técnica. Com a Sequência Fedathi o foco foi no raciocínio matemático, que era a base da técnica, proporcionando o diálogo constante durante a abordagem do conteúdo, sendo que os alunos não se limitaram a ouvir passivamente.

O Quadro 2 traz um resumo das fases da Sequência Fedathi adotada como metodologia nesta aula:

Fase	Resumo das ações realizadas
------	-----------------------------

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

[www.conedu.com.br](http://www.conedu.com.br)



# III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

<b>Tomada de Posição</b>	Após falar da importância de se ensinar com foco no raciocínio matemático, o professor apresenta a seguinte questão: Dois conjuntos cuja soma é 36 e a diferença é 2. Quais são os dois conjuntos?
<b>Maturação</b>	Aluno resolve o sistema linear usando o método da adição.
<b>Solução</b>	O professor questiona o método utilizado e com base na solução do aluno vai construindo um método de resolução de sistemas de equações baseado no conceito de sistemas equivalentes, relacionando o saber antigo ao saber novo.
<b>Prova</b>	O professor com auxílio dos alunos sistematiza os passos realizados, formalizando as operações sobre as linhas de uma matriz. Somente ao final fala do método do escalonamento.

## Quadro 2 - Resumo da aplicação da Sequência Fedathi

Fonte: Pesquisa direta

### Conclusão

A experiência descrita traz uma aula sobre resolução de sistemas de equações lineares mediada segundo os pressupostos teórico-metodológicos da Sequência Fedathi. Com base no conceito de sistemas equivalentes, o professor conduziu a aula de modo que pudesse ao final deduzir as operações elementares sobre as linhas de uma matriz, contando com a participação ativa dos alunos o tempo todo.

No decorrer da aula, se destaca a valorização do conhecimento prévio do aluno, instigado no momento em que o professor provocou a dúvida, para só então abordar o essencial, partindo do que os alunos já sabiam. Somente após se deduzir as operações elementares é que o professor falou explicitamente da técnica do escalonamento de Gauss.

Observamos ainda que para trabalhar o raciocínio matemático do aluno o professor abordou a resolução de sistemas de equações destacando o que está por trás da técnica de resolução. Com isso seu propósito foi ensinar seguindo uma construção lógica que culminou numa sistematização formal dos passos realizados para achar a solução do sistema linear apresentado na *tomada de posição*. O ensino com base nessa construção pode estimular o raciocínio matemático do aluno, pois o faz pensar a matemática para além da repetição da técnica.

Nesse sentido, a escolha da atividade proposta na *tomada de posição* foi determinante para alcançar o objetivo de ensino, uma vez que as características do conteúdo trabalhadas no decorrer da aula, foram consequências desta. Nesse caso, um aspecto relevante e que contribuiu para o êxito na abordagem do assunto em



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
**E D U C A Ç Ã O**

questão, foi o planejar da aula em torno da exploração do conceito de sistemas equivalentes. Segundo Lima (2006, p. 119): “o método do escalonamento se baseia no fato de que todo sistema é equivalente a um sistema escalonado”. O professor da disciplina soube explorar isso a favor do ensino.

Portanto, um exemplo “mal” escolhido poderia deixar passar despercebidas partes importantes do assunto a ser explorado. Nesse caso, para que fosse feita a escolha “certa”, foi importante o foco na essência do conteúdo, ou seja, no conceito fundamental que precisava ser apreendido pelo aluno, a base para se compreender o assunto em questão. Desse modo, concluímos que a Sequência Fedathi se mostrou uma proposta promissora para ensino da resolução de sistemas de equações lineares, sendo imprescindível o planejamento de cada fase.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

### **Referências**

ANTON, Howard; RORRES, Chris. **Álgebra Linear com aplicações**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. Tradução de: Claus Ivo Doering.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, [2004?]. 281p.

CUNHA, Maria Isabel da. Ensino como mediação da formação do professor universitário. In: MOROSINI, Marília Costa (Org.). **Professor do ensino superior: Identidade, docência e formação**. Brasília: INEP, 2000. p. 45-51.

LIMA, Elon Lages et al. **A Matemática do Ensino Médio: volume 3**. 6. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2006.

SOUSA, Francisco Edisom Eugênio de et al (Org.). **Sequência Fedathi: uma proposta metodológica para o ensino de ciências e matemática**. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 184 p.