

# A MATEMÁTICA NOS CURSOS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL NA ÁREA TECNOLÓGICA DE ELETROELETRÔNICA: Resolução de problemas utilizando Sistemas Lineares em Circuitos

Vânia M. Fazito Rezende Teixeira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> PUC Minas, Departamento de Matemática, [mestradoensino@pucminas.br](mailto:mestradoensino@pucminas.br)

## Resumo

Este artigo traz análise parcial dos resultados de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática quanto à Resolução de Problemas e, na avaliação, usa a metodologia de Análise de Erros. Foi construído um Caderno de Atividades (Produto) que constou de sete atividades/questões relacionadas ao conteúdo de Sistemas Lineares aplicados em Circuitos para o ensino médio Técnico. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes da área de eletroeletrônica de Curso Técnico de Eletrônica da UTRAMIG – Fundação da Educação do Estado de MG. Constatou-se que o método de Resolução de Problemas aumenta o processo de compreensão dos conceitos matemáticos, facilitando o raciocínio e possibilitando a construção e a execução de estratégia para a solução de um problema com conteúdo não essencialmente matemático.

**Palavras-chave:** Ensino da Matemática. Resolução de Problemas. Análise de Erros. Ensino Profissionalizante. Sistemas Lineares. Circuitos.

## 1. Introdução

O presente artigo, resultante de uma Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, traz a reflexão como a Matemática, no ensino profissionalizante, desempenha seu papel instrumental, beneficiando os alunos em suas atividades das disciplinas profissionais. Foram elaboradas várias questões em um Caderno de Atividades, aplicando o conhecimento matemático em sistemas lineares, por meio do método de Resolução de Problemas, para os cursos de formação profissional da área de eletroeletrônica. Buscou-se evidenciar as etapas da aprendizagem, quando os estudantes se depararam com situações-problemas de temas específicos da área e na avaliação usar a Metodologia de Erros. Como o aluno resolve um problema de circuitos de malhas empregando conhecimento de Matemática, isto é, trabalha numa situação-problema tecnológica em sala de aula de Matemática?

---

<sup>1</sup>Mestrado Profissional em Educação pela PUC Minas, Brasil (2014). Especialização em Educação Matemática pela PUC Minas (2002) e graduada em Matemática pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH(1983). Professora de Ensino Médio e Tecnológico da Fundação de Educação para o Trabalho do Estado de Minas Gerais- UTRAMIG.

## **2. A Abordagem da Resolução de Problemas**

Para que se tenha compreensão e desenvolvimento do processo de resolução de problemas, os autores Pozo (1998), Polya (2006), Dante (1991), Gazire (1998) e Laudares (1987) mostram, em seus estudos, a importância de se seguirem etapas.

Polya (2006) defende que, para se obter a eficácia na resolução de problemas matemáticos, é necessário seguir quatro etapas: Compreensão do Problema; Estabelecimento de um Plano; Execução do Plano; Retrospecto: examine a solução obtida. Pozo (1998) afirma que a solução de problemas matemáticos é resumida em dois processos de aprendizagem: tradução e solução do problema. Para esse autor, é necessário que uma pessoa compreenda o problema e o traduza para uma série de expressões e símbolos matemáticos. A partir daí, programa-se uma série de estratégias que estabelece as submetas que se pretende alcançar para chegar à solução final e aplicação de técnicas que permitam atingir cada uma dessas submetas. Dante (1991) propõe o tema da resolução de problemas nas primeiras cinco séries do ensino fundamental. Para ele, os objetivos na resolução de problemas são: fazer o aluno pensar produtivamente; desenvolver o raciocínio do aluno; preparar o aluno para enfrentar situações novas; dar oportunidade aos alunos de se envolverem com aplicações da matemática; tornar as aulas de matemática mais interessantes e desafiadoras; equipar o aluno com estratégias e procedimentos que o auxiliem na análise e na solução de situações em que se procura um ou mais elementos desconhecidos; dar uma boa base matemática às pessoas.

Laudares (1987) propõe que o professor seja um orientador. O aluno é que aprende. Se o professor resolve, em sala de aula, todos os problemas para o aluno, este ficará limitado a memorizar soluções, não procurando descobri-las. Laudares enfatiza a necessidade de o estudante resolver problemas diversificados além dos apresentados em sala de aula, pesquisar outros livros, outros autores e frequentar a biblioteca.

## **3. Processo Metodológico**

As atividades, que necessitaram de conhecimento e de técnicas de resolução de sistema linear com aplicação em Circuito de Malhas, tiveram os seguintes objetivos: aplicar o conteúdo matemático num problema relacionado ao fenômeno eletroeletrônico; desenvolver o processo de construção e execução de estratégia para a solução de um problema com conteúdo matemático, relacionado ao fenômeno eletroeletrônico; identificar as diversas

estratégias e categorias da atividade algébrica utilizadas na solução de problemas, analisando os erros cometidos.

As informações relevantes durante a resolução das atividades foram registradas, catalogadas e gravadas. Foram feitas entrevistas com os estudantes para conhecer suas percepções sobre as dificuldades e facilidades existentes nas questões propostas.

#### **4. Aplicação das Atividades**

A aplicação das atividades teve a duração média de 1 hora e 30 minutos, totalizando sete encontros, realizados nas próprias aulas de Matemática, de outubro a novembro de 2013. O Caderno de Atividades constou de sete questões relacionadas ao conteúdo de sistemas lineares aplicados em circuito de malhas.

Na primeira questão, tratou-se de uma revisão dos conceitos e procedimentos de resolução do sistema linear. As atividades dois, três, quatro, cinco e seis enfatizavam problemas físicos relacionados a malhas em diferentes circuitos. A última questão consistiu em uma atividade prática de montagem de um Circuito Puramente Resistivo de duas malhas, com o propósito da aplicação da Lei de Kirchhoff, resolução do sistema linear e a comprovação dos valores encontrados, compatibilizando-os com os dados.

A metodologia de Resolução de Problemas foi baseada nas etapas apresentadas pelos autores Laudares (1987), Polya (2006), Pozo (1998) e Dante (1991), assim sistematizada: Leitura do problema; Interpretação do enunciado: verbalização; Identificação das variáveis; Identificação dos dados do problema; Identificação dos conceitos e modelos matemáticos adequados (leis físicas); Montagem das equações lineares do problema; Resolução do problema; Interpretação/Compatibilização e retrospecto da solução do problema.

O quadro 1 descreve as atividades com os respectivos objetivos e metodologia.

**Quadro 1 – Descrição das Atividades com seus objetivos e Metodologia**

<b>ATIVIDADES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<i>Primeira - Introdutória</i> <i>Resolução de um problema que envolve sistema linear, não homogêneo, possível e determinado na aquisição de equipamentos elétricos.</i>	Resolver um problema que exija um sistema de 3 equações e 3 incógnitas, revisando o processo de resolução deste sistema.	Dado o problema do sistema linear que envolve 3 equações e 3 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a resolução do problema, a análise dos passos efetuados e a compatibilização da solução com os dados.
<i>Segunda</i> <i>Aplicação de um sistema linear, não homogêneo, possível e determinado de duas equações e duas incógnitas em circuito analógico de duas malhas.</i>	Resolver um problema de circuito com duas malhas, com sistema linear de equações não homogêneas aplicado nos cursos de Eletrônica.	Dado o problema de circuito de duas malhas que envolve um sistema de 2 equações e 2 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a resolução do problema, a análise dos passos efetuados e a compatibilização da solução com os dados.
<i>Terceira</i> <i>Aplicação de sistema linear, não homogêneo, possível e determinado de três equações e três incógnitas em circuito analógico de três malhas.</i>	Resolver um problema de circuito com três malhas, com sistema linear de equações não homogêneas, aplicado nos cursos de Eletrônica.	Dado o problema de circuito de três malhas que envolve um sistema de 3 equações e 3 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a resolução do problema, a análise dos passos efetuados e a compatibilização da solução com os dados.
<i>Quarta</i> <i>Aplicação de sistema linear, não homogêneo, possível e determinado de duas equações e duas incógnitas em circuito de corrente contínua em malha (LKC- Lei Física Kirchhoff para Corrente).</i>	Resolver um problema de circuito com duas malhas, com sistema linear de equações não homogêneas aplicado nos cursos de Eletrônica.	Dado o problema de circuito de corrente contínua que envolve sistema de 2 equações e 2 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a resolução do problema, a análise dos passos efetuados e a Compatibilização da solução com os dados.
<i>Quinta</i> <i>Aplicação de sistema linear homogêneo, possível e determinado de duas equações e duas incógnitas em circuito analógico de duas malhas.</i>	Resolver um problema de circuito com duas malhas, com sistema linear de equações homogêneas aplicado nos cursos de Eletrônica.	Dado o problema de circuito de duas malhas que envolve um sistema de 2 equações e 2 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a solução do problema, a análise dos passos efetuados e a compatibilização da solução com os dados.
<i>Sexta</i> <i>Aplicação de sistema linear homogêneo, possível e determinado, de três equações e três incógnitas, em circuito analógico de três malhas.</i>	Resolver um problema de circuito com três malhas, com sistema linear de equações homogêneas aplicado nos cursos de Eletrônica.	Dado o problema de circuito de três malhas que envolve um sistema de 3 equações e 3 incógnitas, será elaborado um plano que facilitará a solução do problema, a análise dos passos efetuados e a compatibilização da solução com os dados.
<i>Sétima</i> <i>Atividade prática aplicada no laboratório de Eletrônica da Utramig: Informações técnicas necessárias de circuito puramente resistivo(LKT – Lei Física Kirchhoff para a Tensão e LKC-Lei Física Kirchhoff para Corrente).</i>	Montar um Circuito Puramente Resistivo de duas malhas, aplicar a Lei de Kirchhoff, resolver o sistema linear e comprovar os valores encontrados por meio de cálculos matemáticos.	A metodologia é a aplicação dos processos de solução de um problema de circuito Puramente Resistivo de duas malhas, que possibilita a montagem desse circuito; aplicação da Lei de Kirchhoff e a resolução do sistema de 2 equações a 2 incógnitas, comprovando os valores encontrados.

**Fonte: Elaborado pela autora**

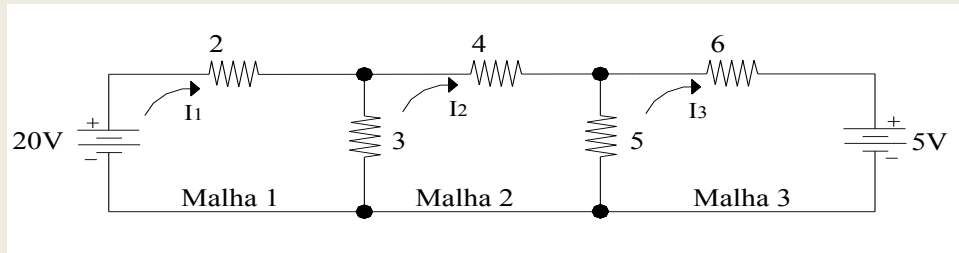
Como exemplo, descreve-se a terceira atividade. Trata de sistema linear, não homogêneo, possível e determinado de 3 equações e 3 incógnitas em Circuito analógico de três malhas (Quadro 2)

## Quadro 2 – Representação da Terceira Atividade

### ENUNCIADO

Dado um circuito (ver figura abaixo) com três malhas chamadas de malha 1, malha 2 e malha 3. Dados  $V_A = 20V$ ,  $V_B = 5V$ ,  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$ ,  $R_3 = 4\Omega$ ,  $R_4 = 5\Omega$  e  $R_5 = 6\Omega$ , calcule todas as correntes do circuito.

### Diagrama



Fonte: GUSSOW (1997)

Os tópicos abordados envolvem conceitos básicos de um circuito analógico, que permitem ao estudante as seguintes habilidades: verbalizar a descrição do circuito elétrico proposto; identificar as incógnitas (correntes) e os dados do problema, que são os resistores e as voltagens; retirar as equações desse circuito e resolver as equações, para, em seguida, confrontar os resultados obtidos do problema de acordo com as correntes calculadas do circuito.

Espera-se que os estudantes tenham um conhecimento de correntes de malhas, conheçam as características dos resistores, das tensões e que saibam retirar as incógnitas dos problemas que, nesse caso, são as correntes do circuito. Para a resolução dessa atividade, é necessário que os alunos tenham conhecimento da Lei Física de Kirchhoff, principalmente quando especifica que a soma de um determinado sentido das tensões de uma malha é igual a zero.

Procura-se saber se os estudantes identificaram o problema e se sabem descrevê-lo verbalmente, buscando-se assim conhecer como os estudantes interpretam o texto.

Quanto à resolução do Modelo Matemático, são feitas questões para que os alunos possam identificar as incógnitas (correntes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  do circuito); identificar os dados f.e.m.  $V_A$  e  $V_B$  e os resistores  $R_1(2\Omega)$ ,  $R_2(3\Omega)$ ,  $R_3(4\Omega)$ ,  $R_4(5\Omega)$  e  $R_5(6\Omega)$ ; analisar o diagrama de acordo com os dados do problema. A malha 1 é constituída pela f.e.m.  $V_A$ , resistor  $R_1$  e resistor  $R_2$  (este compartilhado com a malha 2). A malha 2 é constituída pelo resistor  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  (este compartilhado com a malha 3). A malha 3 é formada pela f.e.m.  $V_B$  e pelos resistores

$R_4$  e  $R_5$ . (As correntes foram inicialmente definidas no sentido horário); aplicar Lei Física (LKT-Lei Física de Kirchhoff para a tensão) e montar as equações do sistema

$$(V_A - R_1 I_1 - R_2(I_1 - I_2) = 0; \quad 0 - R_2(I_2 - I_1) - R_3 I_2 - R_4(I_2 - I_3) = 0 \quad e$$

$-V_B - R_4(I_3 - I_2) - R_5 I_3 = 0)$ . Buscou-se testar os estudantes quanto ao conhecimento específico de Correntes de Malhas no curso de Eletroeletrônica, cujo propósito é a aplicação de Sistema Linear, seu conceito e sua resolução.

Quanto à categoria Resolução de Problemas, é solicitada aos estudantes a resolução do sistema de três equações e três incógnitas, retiradas do circuito cujo propósito é resolver as correntes  $I_1$  e  $I_2$  e  $I_3$  através de um dos métodos de resolução: Escalonamento, Regra de Cramer ou Substituição. Nas questões contidas dentro da categoria Compatibilização, procura-se explorar a percepção dos estudantes quanto à comprovação dos resultados obtidos. Os resultados descritos nos itens Análise de Erros e de Categorias representam as respostas obtidas pelos sujeitos da pesquisa.

## 5. Análise de Erros

A análise de erros busca entender as causas das dificuldades e as formas de refletir sobre os erros como suporte para aprendizagem. Para analisar a resolução dos problemas, foram categorizados os erros cometidos pelos alunos segundo as classes descritas abaixo, baseadas e adaptadas na classificação feita por Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar(1987), citadas por Cury (2007):

I - Uso errado dos dados: são considerados os erros relacionados com discrepâncias entre os dados do problema e a forma como foram utilizados; II - Interpretação do enunciado - linguagem mal interpretada: esses erros relacionam-se à tradução incorreta dos itens de uma para outra linguagem; III - Inferência logicamente inválida: nessa classe, são incluídos os erros que se relacionam com raciocínios falsos, como, por exemplo, tirar conclusões inválidas de um conjunto de dados do problema; IV - Conceitual - definição ou teorema distorcido: nessa categoria, são incluídos os erros que se relacionam a definições ou propriedades que não se aplicam na questão proposta ao aluno; V - Solução não verificada: o aluno não apresenta os passos dados necessários para a verificação da solução encontrada; VI - Erro operacional - erros técnicos: erro de cálculos; VII - Lei Física: erro ao aplicar Lei Física proposta.

## **6. Análise das Categorias**

A seguir, apresenta-se cada etapa das atividades com seus critérios e significado, conforme o modelo de Polya (2006) e as dificuldades apresentadas pelos respondentes, tendo por referência a tipologia de erros do modelo de Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar (1987).

### **a) Interpretação do Enunciado constituído por três critérios:**

Acerto Completo (Os alunos conseguiram interpretar de forma correta o enunciado do problema – A); Acerto Incompleto (Os alunos não conseguiram interpretar de forma completa o enunciado do problema – I); Erro (Os alunos não conseguiram interpretar o enunciado da questão – E).

### **b) Modelo Matemático constituído por cinco critérios:**

Identificação das Incógnitas do problema (Incógnita é um valor desconhecido que é preciso determinar para a solução de um problema); Dados do Problema (Identificar os dados que o problema propõe); Análise do Diagrama Problema (Detalhar o diagrama do problema proposto); Lei Física (Que Lei Física deve se aplicar para a solução do problema); Monte as equações do sistema do problema (Montar o sistema linear que o problema propõe).

### **c) Resolução de Problemas constituída por dois critérios:**

Seleção de Métodos de Sistema Linear (Escolher um dos métodos existentes na resolução de sistema linear); Resolução de Sistema Linear (Resolver o sistema linear depois de escolher um dos métodos existentes).

### **d) Interpretação/Compatibilização e Retrospecto de Resolução de Problemas constituído por três critérios:**

Compatibilização, isto é, comparação da solução obtida com os dados do problema (Examinar a solução obtida, isto é, testar se o resultado encontrado está correto); Dados e solução são compatíveis (Os resultados encontrados são compatíveis com os dados do problema) e Sentidos das Correntes (Quais os sentidos das correntes que percorrem o circuito a partir dos

valores encontrados. Dizer se as correntes encontradas no circuito estão circulando no sentido horário ou anti-horário).

As dificuldades apresentadas pelos alunos foram as seguintes:

**Atividade 1** - Falta de conhecimento do método de resolução do sistema linear e interpretação individual.

**Atividade 2** - Falta de entendimento do enunciado da questão; falta de conhecimento matemático de sistema linear quanto à sua resolução e desconhecimento da aplicação da Lei Física do circuito.

**Atividade 3** - Falta de entendimento do enunciado que a questão solicita; desconhecimento da aplicação da Lei Física do Circuito; extrair as equações do Diagrama do Circuito e erro de cálculo na resolução da questão.

**Atividade 4** - Dificuldades ao extrair as equações do diagrama do circuito, erro de cálculo na resolução da questão. Falta de entendimento do enunciado da questão da Análise do Diagrama do Problema e o não raciocínio físico da questão.

**Atividade 5** - Dificuldades ao extrair as equações do Diagrama do Circuito e erro de cálculo na resolução da questão. Na questão de Análise do Diagrama do Problema, os alunos demonstraram falta de entendimento do enunciado que a questão solicita e o não raciocínio dos fenômenos físicos da questão.

**Atividade 6** - Dificuldades ao extrair as equações do Diagrama do Circuito e erro de cálculo na resolução da questão. Na questão de Análise do Diagrama do Problema, os alunos demonstraram falta de entendimento do enunciado da questão e o não raciocínio físico.

**Atividade 7** - Os alunos demonstraram não saberem manusear o aparelho Multímetro, cometendo erro na leitura. Tiveram dificuldades ao extrair as equações do Diagrama do Circuito, erro de cálculo na resolução da questão e aplicaram a Lei Física incorretamente.



## 7. Análise de Erros e Síntese das Categorias Analisada

A tabela 1 apresenta a análise de erros cometidos.

**Tabela 1 - Tipologias dos Erros**

Tipos de Erros / Atividades	Uso Errado dos Dados	Interpretação do Enunciado	Inferência Lógica Inválida	Conceitual	Solução Não verificada	Erro Operacional	Lei Física/ leitura dos equipamentos	100%
Atividade 1	1 (4,34%)	5 (21,73%)	-	4 (17,39%)	7 (30,43%)	6 (26,08%)	-	23
Atividade 2	3 (11,53%)	3 (11,53%)	-	-	10 (38,46%)	6 (23,07%)	4 (15,38%)	26
Atividade 3	1 (4,76%)	4 (19,04%)	-	3 (14,28%)	6 (28,57%)	5 (23,8%)	2 (9,52%)	21
Atividade 4	2 (8,69%)	1 (4,34%)	-	-	14 (60,86%)	6 (26,08%)	0	23
Atividade 5	1 (14,28%)	1 (14,28%)	-	2 (28,57%)	1 (14,28%)	2 (28,57%)	0	7
Atividade 6	2 (14,28%)	3 (21,42%)	-	-	5 (35,71%)	4 (28,57%)	0	14
Atividade 7	-	-	-	-	6 (27,27%)	8 (36,36%)	8 (36,36%)	22
<b>Totais</b>	<b>10</b> (7,35%)	<b>17</b> (12,5%)	-	<b>9</b> (6,61%)	<b>49</b> (36,03%)	<b>37</b> (27,2%)	<b>14</b> (10,29%)	<b>136</b> (100%)

Fonte: Elaborada pela autora

A tipologia de erros apresentada corresponde ao modelo de Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar (1987). O modelo seguido apresenta as categorias propostas pelos modelos de Resolução de Problemas.

A tabela 2 apresenta as categorias de Resolução de Problemas em cada atividade analisada.

**Tabela 2 – Categorias**

Categorias Atividades	Interpretação do Enunciado			Modelo Mat./Montagem do Sistema Linear			Resolução de Problemas			Interpretação/Compatibilização			Medição dos valores tensões, correntes e resistores		
	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E
Atividade 1	2	4	1	29	2	4	15	-	6	5	3	4	-	-	-
Atividade 2	5	1	2	20	2	13	6	1	5	2	2	8	-	-	-
Atividade 3	4	-	4	28	3	8	9	-	5	3	-	6	-	-	-
Atividade 4	4	1	-	14	5	6	4	-	6	1	1	13	-	-	-
Atividade 5	5	1	-	24	2	9	3	-	2	3	-	1	-	-	-
Atividade 6	4	2	1	30	2	9	3	-	4	1	1	4	-	-	-
Atividade 7	-	-	-	8	-	4	6	-	8	3	4	2	4	7	1
TOTAL PARCIAL	24	9	8	153	16	53	46	1	36	18	11	38	4	7	1
%	58,5	22	19,5	69	7	24	55,5	1	43,5	27	16	57	34	58	8
TOTAL GERAL	41			222			83			67			12		

Fonte: Elaborada pela autora

## 8. Considerações finais

A pesquisa realizada mostra que, na categoria “Interpretação do Enunciado/Compreensão do Problema”, os alunos apresentaram 41,4% de respostas incompletas e erradas. É um percentual que pode ser interpretado como bastante significativo no âmbito da Educação Profissional. Percebe-se que a dificuldade do aluno em entender o enunciado do problema pode ser resultante da dificuldade em interpretar o texto apresentado.

Seguindo ainda o modelo proposto por Polya (2006), na categoria “Modelo Matemático/Montagem do Sistema Linear”, as respostas incompletas ou erradas apresentaram, na pesquisa realizada, um percentual de 31,07%, evidenciando a dificuldade encontrada pelos alunos para fazer a transposição para a linguagem simbólica solicitada e o uso prático de fórmula.

As sete atividades descritas na Tabela 2 têm, em média, um percentual de “Acertos” de 48,6%; de “Respostas Incompletas”, 21% e de “Erros”, 30,35%. A soma de respostas incompletas e erradas totaliza 51,35%, resultante de dificuldade na Interpretação dos textos, da dificuldade de buscar a resolução por meio de modelos matemáticos e do entendimento dos fenômenos físicos. Possivelmente, a adoção de uma metodologia como a de Resolução de Problemas aumentaria o processo de compreensão e evitaria erros de raciocínio.

Em relação aos objetivos específicos propostos foi possível descrever como os alunos compreenderam o conteúdo matemático de um problema relacionado ao fenômeno Eletroeletrônico, como também descrever o processo de construção e execução de estratégia para a solução de um problema com conteúdo matemático, inserido num contexto não exclusivamente da Matemática .

A sistematização descrita por Pozo (1998), Polya (2006), Dante (1991), Gazire (1998) e Laudares (1987), teóricos de Resolução de Problemas, assim como aplicação das tipologias de erros do modelo de Movshovitz-Hadar, Zaslavsky e Inbar (1987), descrita em Cury (2007), poderiam oferecer um padrão que facilita a adoção de uma estratégia eficaz, mesmo que os estudantes não as compreendam em sua totalidade. A utilização das metodologias da Resolução de Problemas provocou uma melhor compreensão do sistema de equações lineares, possibilitando a sua utilização num determinado contexto.

## **9.Referências**

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros**: o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da resolução de problemas de matemática**. São Paulo: Ática, 1991.

GAZIRE, Eliane Scheid. **Perspectivas da resolução de problemas em educação matemática**. Rio Claro, São Paulo, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 1988. (Dissertação de Mestrado).

GUSSOW, M. **Eletricidade básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997, p. 137-152.

LAUDARES, João Bosco. **Educação matemática**. Belo Horizonte: CEFET, 1987.

MOVSHOVITZ-HADAR, N.; Zaslavsky, O.; Inbar, S. An empirical classification model for errors in high school mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**, 18, (1), p. 3-14, 1987.

POLYA, George. **Arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

POZO, Juan Ignacio. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

