

---

## **Análise de erros: robótica educacional e raciocínio proporcional**

---

**Thayrine Farias Cavalcante**

Licenciada em Matemática

Universidade Estadual da Paraíba

thayrinec@gmail.com

**Abigail Fregni Lins**

Doutora em Educação Matemática

Universidade Estadual da Paraíba

bibilins@gmail.com

### **Resumo**

Nosso artigo diz respeito a um estudo de pesquisa sobre uso de kits de Robótica Educacional com relação ao raciocínio proporcional. Buscamos responder a viabilidade, se alguma, de se utilizar Robótica Educacional em aulas de Matemática. Em caso afirmativo, em que medida o seu uso auxilia a aprendizagem. Tomamos análise de erros como nosso norte analítico. A pesquisa de campo se deu em três etapas ao longo de quatro dias com dezenove alunos do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Campina Grande, Paraíba. A primeira etapa buscou identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da Matemática. Já a segunda versou sobre ambientação e aplicação de uma proposta didática desenvolvida. E a etapa final implicou na aplicação de um Questionário Final, objetivando identificar as possíveis mudanças nos conhecimentos dos alunos. A proposta didática desenvolvida contém duas partes abordando Geometria e Raciocínio Proporcional, respectivamente, sendo parte I com apenas uma atividade e parte II com três. Em nosso artigo, apresentamos e discutimos duas das três atividades realizadas por um trio entre os dezenove alunos com relação à parte II de nossa proposta didática. A partir de nossos resultados, de modo geral, o trio de alunos teve um desempenho satisfatório. Podemos afirmar que Robótica Educacional é um recurso motivador e pode auxiliar nas aulas de Matemática. Destacamos que professores ao fazer uso de kits de Robótica Educacional em suas aulas devem ter cuidado e percepção que nem sempre poderão utilizá-los, para determinados conteúdos matemáticos, pois Robótica Educacional tem suas limitações.

**Palavras-chave:** Educação Matemática, Robótica Educacional, Análise de Erros, Raciocínio Proporcional, Observatório da Educação.

---

## **Error analysis: educational robotics and proportional reasoning**

---

### **Abstract**

Our article concerns a research study on the use of Educational Robotics kits in relation to proportional reasoning. We seek to answer the feasibility, if any, of using Educational Robotics in Mathematics classes. If so, to what extent its use helps learning. We take error analysis as our analytical framework. The field research was carried out in three stages over four days with nineteen students from the 8th grade of Elementary School in a public school in Campina Grande, Paraíba. The first step was to identify the students' previous knowledge about Mathematics. The second one was about the setting and application of a didactic proposal developed. And the final step involved the application of a Final Questionnaire, aiming to identify possible changes in students' knowledge. The didactic proposal developed contains two parts dealing with Geometry and Proportional Reasoning, respectively, being part I with only one activity and part II with three. In our article, we present and discuss two of the three activities performed by a trio among the nineteen students in relation to part II of our didactic proposal. From our results, in general, the trio of students performed satisfactorily. We can state that Educational Robotics is a motivating resource and it can help in Mathematics classes. We emphasize that teachers in making use of Educational Robotics kits in their classes should be careful and perceived that they may not always be able to use them for certain mathematical contents, since Educational Robotics has its limitations.

**Keywords:** Mathematics Education, Educational Robotics, Error Analysis, Proportional Reasoning, Observatory of Education.

## Introdução

O presente artigo apresenta um estudo de pesquisa, fruto de nosso Projeto Observatório da Educação em rede (OBEDUC/CAPES/EDITAL 2012) e recorte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado O uso da Robótica Educacional na Matemática: análise de erros por alunos do 8º ano do Ensino Fundamental (CAVALCANTE, 2016). Tal estudo voltou-se ao uso da Robótica Educacional (RE) no conteúdo matemático razão e proporção, a partir da análise do erro. As perguntas que nortearam nossa pesquisa foram: É viável usar a Robótica Educacional nas aulas de Matemática? e Até que ponto o uso da RE poderá ajudar na aprendizagem do aluno?.

Nosso projeto colaborativo de pesquisa OBEDUC em rede, financiado pelo Programa Observatório da Educação OBEDUC da CAPES, teve como objetivo prover, por práticas colaborativas, reflexão dos professores sobre trabalhos didáticos e pedagógicos e provocar ações educacionais voltadas à sala de aula de Matemática (LINS; PEREIRA; CARVALHO, 2016, PEREIRA; LINS; CARVALHO, 2017).

Centrado no desenvolvimento profissional do professor que ensina Matemática na educação básica, nosso projeto colaborativo de pesquisa em rede teve três Universidades públicas envolvidas, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Pesquisadoras educadoras matemáticas, alunos de mestrado e doutorado em Educação Matemática, professores de Matemática e Pedagogia da educação básica em formação e em exercício foram os 46 membros de nosso projeto:

<b>Universidades</b>	<b>UEPB</b>	<b>UFMS</b>	<b>UFAL</b>	<b>TOTAL</b>
Coordenadoras das Universidades	01	01	01	03
Alunos de Mestrado	04	04	01	09
Alunos de Doutorado	----	----	01	01
Professores em Exercício	08	07	03	18
Professores em Formação	08	04	03	15
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>09</b>	<b>46</b>

**Tabela 1** – distribuição dos membros Projeto OBEDUC em rede

Na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS, o grupo coordenado por Patricia Sandalo Pereira foi formado por alunos de mestrado e doutorado e

professores de Matemática em formação e em exercício, trabalhando em *Matemática do Ensino Fundamental I e II*.

Na Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, os vinte membros coordenados por Abigail Fregni Lins foram divididos em quatro equipes, compostas de um aluno de mestrado, dois professores de Matemática formados e dois professores de Matemática em formação. Cada equipe teve seu próprio tema de trabalho, sendo eles *Calculadoras e Argumentação*, *Robótica na Educação Matemática*, *Provas e Demonstrações Matemáticas* e *Deficiência Visual na Educação Matemática*.

Na Universidade Federal de Alagoas, UFAL, o grupo coordenado por Mercedes Carvalho foi formado por professores de Matemática e Pedagogia em formação e em exercício, diretor e coordenador escolar, alunos de mestrado e doutorado, trabalhando em *Matemática do Ensino Fundamental I*.

Neste artigo discutimos, especificamente, o estudo de pesquisa advindo de uma das equipes do Núcleo UEPB, *Robótica na Educação Matemática*, de nosso Projeto OBEDUC em rede.

## **Tecnologia e Robótica Educacional**

Anterior a nossa discussão sobre o uso do recurso tecnológico kits de robótica, abordamos brevemente sobre tecnologia, partindo do pressuposto que tecnologias, especificamente Robótica Educacional:

(...) não são uma panaceia para a educação matemática, mas defendo que seu uso, nos diversos níveis educacionais, é necessário e oportuno, fazendo uma análise das implicações advindas da incorporação das tecnologias à prática docente, ressaltando a importância de não se perder de vista os conteúdos específicos (MALTEMPI 2008, p. 59).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) ressalta a importância dos recursos tecnológicos como uma das estratégias de melhoria na qualidade do ensino aprendizagem afirmando que “permite criar ambientes de aprendizagem que fazem sugerir novas formas de pensar e aprender” (p. 147). E mais:

Os [...] Recursos didáticos como livros, vídeos, televisão, rádio, calculadora, computadores, jogos e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situação que levem ao exercício da análise e da reflexão [...] (BRASIL 1998, p. 19).

Com o avanço dos recursos tecnológicos e a inserção dos mesmos na educação por meio de laboratórios, kits de robótica, *tablets*, materiais manipuláveis e digitais, calculadoras, lousa digital, aplicativos e outros, faz-se necessário discutirmos estratégias que articulem o uso de recursos tecnológicos em sala de aula.

Os robôs estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, seja em indústrias de montagem em linha, na engenharia ou em eletrônicos nas nossas próprias casas. Com a versatilidade e o avanço da tecnologia, permitiu-se que o robô também alcançasse a educação. Uma das formas foi a partir da inserção de kits de robótica nas escolas. Conforme podemos constatar por Cabral (2011), D'Abreu (2012), Oliveira (2015), entre outros autores, a Robótica Educacional é um potencial recurso capaz de contribuir na aprendizagem matemática dos alunos. Para Oliveira (2015, p. 25):

[...] a Robótica Educacional por si só não garante o sucesso nas práticas de ensino da Matemática. Contudo, partimos da premissa de que pode vir a se constituir como um instrumento pedagógico capaz de potencializar o desenvolvimento cognitivo, além de tornar o ambiente escolar um lugar desafiador, dinâmico e divertido, aspectos essenciais para a produção de saberes.

[Ambiente multifuncional e reprogramável], manipulando o recurso tecnológico robótico em sala de aula, poderá levar a construção de um ambiente com essas características para a edificação do conhecimento pelo aluno.

Um dos grandes precursores e disseminador do uso da informática na educação foi o matemático Seymour Papert. Em uma de suas obras, *A máquina das crianças – repensando a escola na era da informática*, Papert (2008) descreve a formação de professores e algumas experiências de crianças usando a tecnologia. O mesmo, junto ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), desenvolveu a linguagem LOGO. Posteriormente surgiram os kits LEGO Mindstorms. Hoje em dia, várias são as empresas que desenvolvem kits de Robótica Educacional, como Super Robby, Lego Mindstorms, Modelix Robotics, Fischertechnik, dentre outras.

Vale a pena destacar que ao longo dos três anos de nosso projeto OBEDUC em rede, a Equipe Robótica na Educação Matemática publicou diversos trabalhos. Entre eles, Costa *et al* (2014a) e Costa *et al* (2014b) descrevem sobre o uso do robô na educação básica para entender conceitos geométricos. Já Lima *et al* (2014) e Lima *et al* (2015) descrevem sobre o que docentes e discentes do Curso de Matemática da UEPB pensam sobre Robótica Educacional e uma aula com o uso da Robótica na Pós-Graduação de Educação Matemática da UEPB.

## Análise de Erros

Vários são os trabalhos que falam sobre análise do erro matemático como abordagem de pesquisa e metodologia de ensino, como ressalta Cury (2007) com base em Feltes (2007) e Barichello (2008). Ainda podemos fazer referência a Rico (1998); Pinto (2000); Azevedo (2009); Rossato (2014) e uma lista infindável de trabalhos que faz uso da análise do erro para entender respostas de alunos para um determinado exercício/teste/situação problema de matemática.

Comumente encontramos uma prova de Matemática corrigida pelo professor, onde o dito erro é sinalizado com caneta vermelha por um x ou e, passando pelos acertos como se estes fossem os esperados. Mas a partir dos acertos da prova de um aluno, quem garante que o mesmo consolidou uma aprendizagem significativa? Cury (2007, p.13) responde esta pergunta afirmando que:

[...] qualquer produção, seja aquela que apenas repete uma resolução-modelo, seja a que indica a criatividade do estudante, tem características que permitem detectar as maneiras como o aluno pensa e, mesmo, que influenciam ele traz de sua aprendizagem anterior, formal ou informal. Assim, analisar as produções é uma atividade que traz, para o professor e para os alunos, a possibilidade de entender, mais de perto, como se dá a apropriação do saber pelos estudantes.

Analisar as produções dos alunos (a partir da perspectiva da análise do erro) nos permite compreender como se dá a apropriação do saber pelos mesmos, nos possibilita entender como ocorre à aprendizagem deste sujeito e quais são os conflitos que o mesmo transcende diante dessa apropriação, excluindo a possibilidade de olhar, a partir do erro, para o aluno e intitulá-lo como aluno não estudioso ou que não assimilou o conteúdo na aula expositiva.

Nesta perspectiva, a análise de erros aparece como um recurso que possamos entender melhor o raciocínio que o aluno utilizou para obter aquela resposta, resposta esta considerada como correta pelo mesmo. Como Azevedo (2009, p. 10) ressalta, “ao analisar os erros dos alunos, o professor deixa de apenas dizer o que está certo e o que está errado para acompanhar o aluno no processo de construção do conhecimento, para auxiliá-lo nas suas dúvidas e inquietações”.

No livro *Análise de erro: o que podemos aprender com as respostas dos alunos*, Cury (2008, p. 63 - 64) ressalta, com base em Bardin (1979), três etapas básicas para a análise do erro, são elas:

- Pré-análise: O material é organizado, partindo-se da escolha dos documentos, da formulação de hipóteses e dos objetivos da análise, utilizando-se a leitura “flutuante”, em que o pesquisador se deixa impregnar pelo material. Escolhidos os documentos, delimita-se, então, o corpus, entendido como o conjunto de produções textuais sobre o qual o pesquisador se vai debruçar.
- Exploração do material: Também chamada de descrição analítica por Triviños (1987), envolve um estudo aprofundado do corpus, com procedimentos de unitarização e categorização. A unitarização é o processo que consiste em reler o material para definir as unidades de análise [...]. Na releitura, cada unidade é individualizada e separada do corpus para, em seguida, se poder fazer a categorização [...]. Esse agrupamento é feito segundo critérios prévios, já decididos anteriormente ou estabelecidos.
- Tratamento dos resultados: Descrição das categorias, que pode ser feita por meio da apresentação de tabelas ou quadros, com indicação das distribuições de frequência das classes ou com aplicação de testes estatísticos sobre os dados [...]. Além disso, é conveniente produzir um “texto-síntese”, que permite ao leitor a compreensão do significado das classes, em geral com o apoio de exemplos retirados do próprio corpus. [...] Assim, é necessário ir além, atingindo a última etapa da análise, que é a interpretação.

Porém, vale destacar que para analisar o material coletado pela Equipe Robótica na Educação Matemática não se fez necessário (explicaremos melhor na metodologia) utilizarmos a categorização citada por Cury. Como ressalta Barichello (p. 35 – 36), “não temos como objetivo classificar ou propor critérios para classificação dos erros e resoluções que analisaremos [...]. Nesse sentido, esta pesquisa se alinha à tendência aprendizagem”.

Mas, voltando para as etapas de Bardin, em seu livro Cury descreve uma pesquisa desenvolvida por 14 docentes de cursos da área de Ciências Exatas em disciplinas (Cálculo I, Álgebra Linear, Geometria Analítica e Fundamentos da Matemática) do primeiro semestre dos cursos. Tal pesquisa totalizou 368 alunos calouros de nove instituições de Ensino Superior do Brasil. Foram elaboradas 12 questões de múltipla escolha que envolvesse conteúdos da Matemática Fundamental. Desse total, Cury escolheu duas questões. A primeira questão foi a que houve a maior porcentagem de acertos (54%). As respostas foram agrupadas em nove classes, onde vários alunos seguiram o mesmo padrão de raciocínio e variam entre as resoluções certas e erradas. Já para a questão que houve a menor porcentagem de acertos (17%), inicialmente foram criadas 19 classes. Porém, a partir de várias releituras, foi possível obter apenas sete classes, onde as mesmas variam entre soluções certas e agrupamento de soluções incorretas. Com base na autora (p. 60) “para cada erro detectado e

classificado [...] poderia ser modificada a metodologia de trabalho, buscando maneiras de desafiar os estudantes”.

Já, na pesquisa realizada por Feltes (2007) foram analisados erros cometidos por alunos do 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> anos do Ensino Fundamental - EF - (potenciação, radiciação) e 1<sup>a</sup> ano do Ensino Médio - EM - (equações exponenciais) de uma escola particular de Porto Alegre e outra pública do litoral norte do Rio Grande do Sul. Também foram analisados questionários aplicados aos professores (dois da escola particular e dois da escola pública) de Matemática sobre o que os mesmos pensam a respeito dos erros cometidos pelos alunos na proposta didática. Ao todo foram recolhidas respostas de 432 alunos, sendo 107 do 8<sup>a</sup> ano, 132 do 9<sup>a</sup> ano e 193 do 1<sup>o</sup> ano do Ensino Médio. No total, foram considerados 1030 erros detectados, distribuídos em 47 categorizações [multiplica a base da potência pelo expoente, comete um lapso, efetua as operações com os números, na ordem em que aparecem, considera que qualquer potencia tem expoente 2, considera que  $(-a)^2 = -a^2$ , soma as bases das potências e outras] (p. 43 – 45) e agrupadas em 16 classes (chamadas de A até Q) de erros. A classe O foi a que apresentou o maior número de erros, foram 187 respostas, sendo 18% do total. A categoria que representa essa classe era erro não identificado. Já, a classe L totalizou 11 respostas, sendo 1% do total. Esta classe está representada pelas categorias multiplica o denominador da fração pelo expoente da potência e soma com o numerador, numa espécie de falsa generalização da redução de uma fração mista para ordinária e eleva o denominador da fração ao expoente e passa para o numerador.

Segundo a autora "é possível concluir que as maiores dificuldades estão relacionadas a operações numéricas e às propriedades da potenciação" (p. 6). Já, as respostas dadas pelos professores no questionário aplicados aos mesmos foram, em geral, que os erros dos alunos são causados pela falta de estudo e de atenção. Ainda, sobre o questionário dos professores, a autora cita que (p. 73):

Em relação às opiniões dos professores sobre os erros cometidos pelos alunos, viu-se que ainda é frequente a ideia de que a aprendizagem se faz por fixação, repetição e realização de exercícios padronizados. Mesmo procurando tentar encontrar explicações para as causas dos erros, somente um dos entrevistados sugeriu ser necessário levar os alunos a compreender os conceitos.

Já na pesquisa realizada por Barichello (2008), baseada nas ideias de Vygotsky, procurou-se "investigar as potencialidades didático-pedagógicas" (p. 7) na interação entre professor e aluno (cinco alunos do curso de Ciência da Computação da UNESP de Rio Claro na disciplina de Cálculo Diferencial I). Para tal, o autor baseou-se na

Dinâmica resolução-comentário-resolução (RCR), "na qual a cada resolução entregue por um aluno, o professor faz alguns comentários e devolve para que o aluno continue resolvendo" (p. 7). Em seu trabalho, o autor utilizou a Dinâmica RCR da seguinte maneira: 1. O pesquisador entregava aos alunos uma folha A4 com um problema; 2. O aluno levava essa folha para casa e resolvia o problema, devolvendo-a ao pesquisador na aula seguinte; 3. O pesquisador recolhia as resoluções na aula seguinte, levava para casa, corrigia uma a uma e fazia comentários de acordo com o que o aluno apresentava na resolução; 4. O pesquisador entregava a folha com os comentários ao aluno, e a dinâmica recomeçava. (p. 55 - 56).

Por fim, com base em sua análise, o autor reforça a Dinâmica (RCR) "como um valioso recurso didático-pedagógico para o professor de Matemática em todos os níveis de ensino" (p. 7). E mais, sua pesquisa ainda aponta que "essa dinâmica como um recurso metodológico em potencial para pesquisas envolvendo Análise de Erros em Educação Matemática." (p. 82).

Baseado nos trabalhos relatados, podemos destacar o potencial da análise do erro como uma abordagem de pesquisa, nos fazendo entender como o aluno apropriasse da Matemática. Já, a análise de erro como metodologia de ensino é de grande valia que o professor a utilize para discutir as respostas dadas pelos alunos a um determinado exercício/teste/situação problema com o objetivo de levar os alunos a questionarem suas próprias respostas.

### **Metodologia de nosso estudo de pesquisa**

Como citado anteriormente, nosso artigo diz respeito a um recorte do TCC realizado, inserido em nosso Projeto OBEDUC em rede. Utilizamos o método qualitativo, pois nossa intenção não foi só o de expor resultados obtidos em forma de números, tabelas, mas sim uma discussão dos mesmos, levando os leitores a entender a intenção de cada passo de nossa pesquisa. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 51):

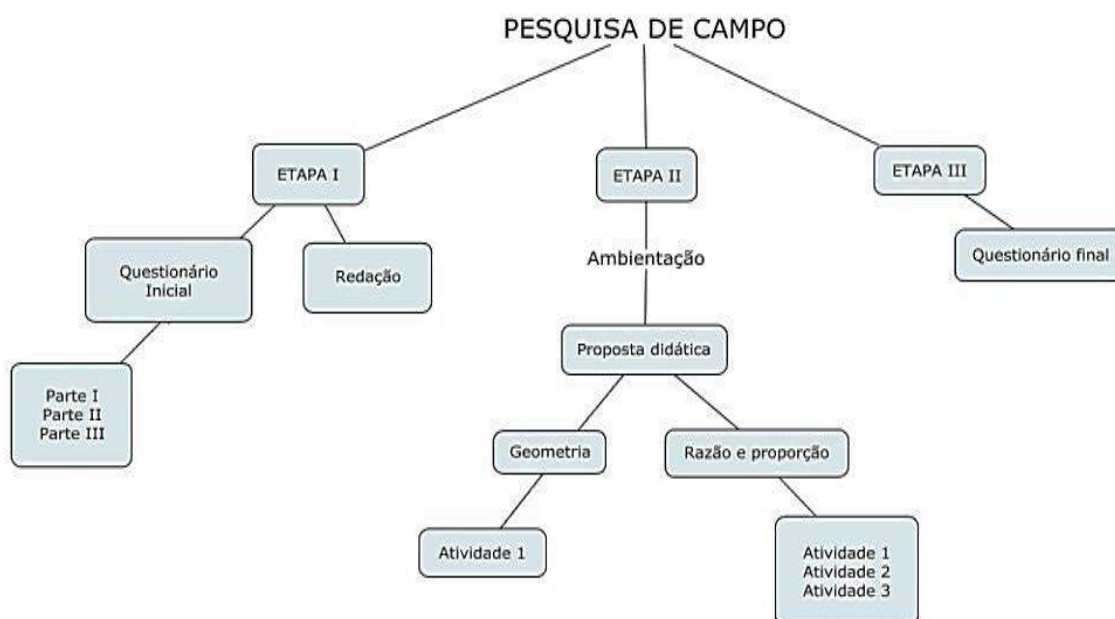
Os investigadores qualitativos estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências, o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem. Nosso intuito é alcançar uma análise onde os dados tenham significados, que provoquem no leitor uma melhor compreensão das nossas intenções dentro da pesquisa.



A pesquisa de campo foi realizada em uma Escola Estadual de Campina Grande, Paraíba, com uma turma de 8º ano. Ao todo, 19 alunos participaram de pelo menos uma das três etapas.

Ao longo de três anos a Equipe Robótica e Educação Matemática estudou, realizou leituras grupais, conheceu os kits de Robótica inseridos nas escolas paraibanas e organizou as etapas da pesquisa de campo:

**Figura 2** – Esquema das etapas de pesquisa de campo



Na Etapa I a equipe teve como propósito identificar (Questionário Inicial) os conhecimentos prévios dos alunos sobre razão e proporção e Geometria Plana (Parte III), sobre o uso de tecnologias por alunos, em especial o uso da RE em sala de aula (Parte II) e como e em que frequência os alunos utilizam o computador no cotidiano (Parte I). Em seguida, os mesmos dissertaram na folha **Redação**, com título apenas Robótica, o que pensavam e entendiam sobre o sugerido. Para motivá-los as etapas seguintes, no nosso primeiro encontro (Etapa I), levamos o tapete temático (mais adiante) e um robô.

A Etapa II se deu em dois dias e versava sobre a ambientação e aplicação da proposta didática. No primeiro dia foi trabalhado com os alunos a Atividade 1 da proposta didática que envolveu Geometria Plana. Para a execução da mesma, os alunos, organizados em grupos, não precisavam programar o robô, pois para essa atividade

fariam uso da tecnologia *bluetooth* a partir do aplicativo Robo Txdroid<sup>1</sup>, de um celular para locomover o robô de acordo com a proposta abordada na atividade. Já no segundo dia iniciou-se a ambientação. Na mesma foram introduzidos para os alunos alguns comandos básicos de programação no software ROBO PRO<sup>2</sup>. Em seguida, a Equipe Robótica aplicou as atividades sobre o conteúdo matemático razão e proporção (Atividades 1, 2 e 3). A Atividade 1 foi contextualizada com a seca do Cariri Paraibano. A Atividade 2 relacionada com o robô, realizando tarefas domésticas. Na Atividade 3 realizou-se uma partida de futebol com robô. As Atividades 1 e 2 usam da programação, já a Atividade 3 faz uso do aplicativo. Para a execução das Atividades, os alunos foram divididos em grupos e a dinâmica entre eles ocorreu da seguinte forma: cada grupo executou pelo menos duas das três atividades propostas. Uma atividade seria executada antes do intervalo e a outra após. Foram necessários dois ambientes para a execução das Atividades, a sala de aula e a sala de informática.

Por fim, na Etapa III aplicou-se o Questionário Final. Esse questionário teve como objetivo identificar as possíveis mudanças nos conhecimentos dos alunos posteriores a execução da proposta didática.

Ao todo, as três Etapas foram realizadas em quatro dias. Como já citado, 19 alunos participaram de pelo menos uma das etapas.

Para a coleta de dados foram-se necessárias filmadoras e proposta didática. Para a realização das mesmas também fizemos uso do tapete temático, notebook, celular e um quadro que representasse um estádio de futebol:

**Figura 3** – Tapete temático e estádio de futebol



<sup>1</sup> Permite que possamos locomover o robô a partir do pareamento do robô com o aplicativo via *Bluetooth*. O mesmo pode ser instalado apenas em celulares que possuem o Sistema Operacional Android.

<sup>2</sup> Software disponível em um CD-ROM nas caixas dos kits que fazem uso da programação. O mesmo é instalado em um computador que possui o Sistema Windows. A programação dos robôs da linha Fischertechnik é uma programação icônica. Para programar um robô desta linha, não se faz necessário que o aluno ou professor possua qualquer conhecimento prévio sobre programação.

Foram utilizados os dois ambientes (Figura 3) com a intenção de representar nosso cotidiano, incluindo a RE e a Matemática em um cenário comum no dia a dia dos alunos. Para análises posteriores, foi-se necessário o uso de filmadoras para assentar todo o momento da execução das atividades. Segundo Moreira e Caleffe (*apud* Oliveira, 2015, p. 80):

Além de ser uma técnica cara, a filmagem exige competência técnica quanto à iluminação e ao posicionamento. A presença da câmera pode alterar o comportamento de modo que os sujeitos não se comportem normalmente. Se essas desvantagens podem ser resolvidas, o uso da câmera de vídeo pode ser um processo efetivo para a pesquisa observacional (2008, p. 200).

Utilizamos a filmadora como um recurso a fim de registrar o diálogo entre os alunos, o manuseio com o robô, a dinâmica em sala de aula e a programação do robô. Mas delinearemos em nosso artigo resultados e discussões apenas de três alunos, trio de alunos, nas Atividades 1 e 3 de razão e proporção da proposta didática.

### **Desenvolvimento de um trio de alunos**

O trio de alunos é identificado por Aluno A, Aluno B e Aluno C. Quando a atividade em execução se deu pelos três alunos, os mesmos são identificados por trio de alunos.

O professor de Matemática dos alunos nunca fez uso da Robótica em sala de aula. Nas redações, em nenhum momento os alunos comentam sobre o uso da Robótica na educação. Os alunos praticamente não utilizam o computador para ler notícias e estudar, a maior frequência do uso está para jogar, fazer pesquisas na internet e se comunicar com amigos. Por fim, no Questionário Inicial, os alunos não perceberam que aquelas questões se tratavam do assunto razão e proporção e para responder as questões propostas no questionário, os alunos sempre associavam o maior número de uma variável ou o menor número de outra variável ao que era solicitado na questão, sem perceber que uma variável interfere na outra.

Discutiremos as respostas do trio de alunos para as atividades Partida de Futebol (Atividade 3) e Seca (Atividade 1). Nesta etapa, os Alunos A, B e C estavam presentes em sala. A Equipe Robótica na Educação Matemática tomou o cuidado de todas as atividades estarem inseridas em um contexto social, as quais abordassem a Robótica, a Matemática e o cotidiano dos alunos.

## Partida de futebol

A Atividade 3 contextualizava com o Futebol Robótico Médio (Middle Size League), uma competição de futebol robótico realizada a nível internacional na Robocup. Nessa atividade, os alunos jogariam uma partida de futebol.

Para a execução da mesma foram montados dois trios, um trio de alunas e um trio de alunos. Para nossas discussões nos deteremos apenas no trio de Alunos. A atividade foi dividida em cinco questões, porém as questões um e dois não entram em nossa discussão, pois as mesmas envolveram a montagem de robô:

**Figura 4** – Tabela do trio de alunos

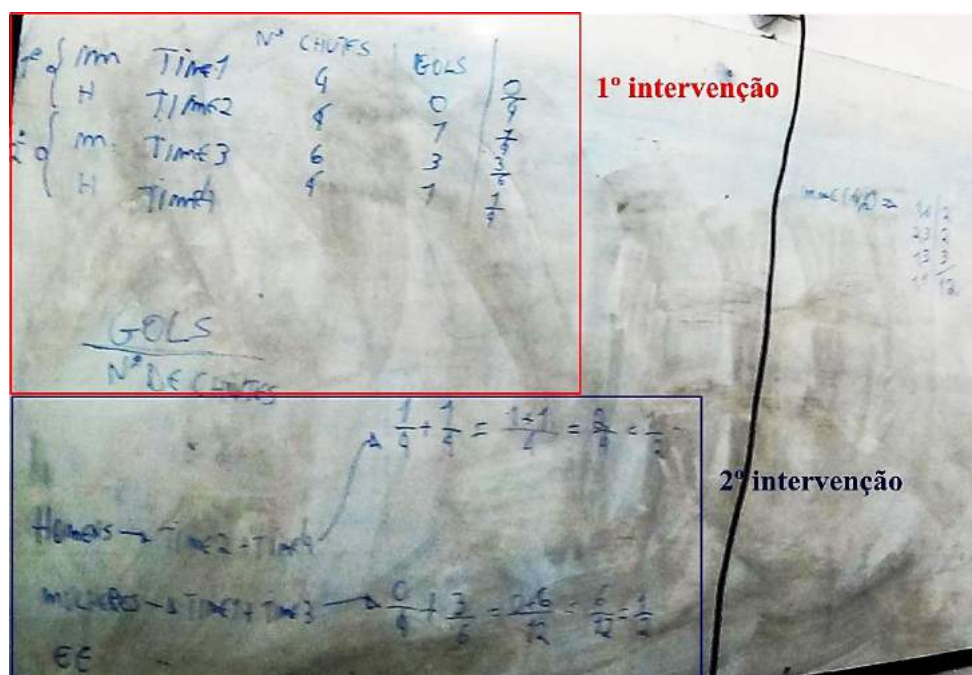
3) Preencham o quadro abaixo com os respectivos resultados da partida:

	TIME	Nº DE CHUTES	GOLS FEITOS
meninas	TIME 1	4	0
meninos	TIME 2	4	1
meninas	TIME 3	6	3
meninos	TIME 4	4	1

A questão três envolvia realizar a partida e completar o Quadro (Figura 4). Cada trio, inicialmente, teria trinta segundos para, com o auxílio do robô jogador, chutar uma bola e tentar fazer gols. Para essa atividade foi utilizada a tecnologia *bluetooth*. No total, cada trio ganhou 1 minuto para fazer chutes (trinta segundos em cada partida). Ao final, os trios deveriam contabilizar o número de chutes, quantos foram gols, encontrar uma razão que representasse chutes versus gol e, por fim, responder algumas questões (Figura 4).

No momento de responder a questão quatro "*Qual time foi vencedor? Por quê?*", o trio de alunos apresentou dúvidas. Foi perceptível que os mesmos não possuíam o saber de que a partida de futebol se tratava do conteúdo matemático raciocínio proporcional. Desse modo, fez-se necessário que a Equipe intervisse neste momento (Figura 5). Tal intervenção (1º intervenção) ocorreu da seguinte forma: juntamente com os seis alunos um integrante da Equipe construiu a ideia de proporcionalidade, proposta na Atividade 3:

**Figura 5 – Intervenção da Equipe Robótica na atividade**



Após a intervenção, e identificado todas as proporcionalidades de cada partida, o próximo passo que o trio de alunos deveria assumir seria somar as proporcionalidades das meninas, somar as proporcionalidades do seu trio e por fim responder quem ganhou. O trio de alunos respondeu: “Homens venceram, pois tivemos menos chutes e menos gols, porém tiveram mais chutes e mais gols, mas na fração o nosso saldo ficou, mas positivo do que o das meninas”.

**Figura 6 – Rascunho do trio de alunos para a Atividade 3**

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{8} = 0,5 \quad \frac{3}{12} = 0,4$$

A fração a qual o trio de alunos se remete está descrita na Figura 6. Percebemos um erro que geralmente é cometido por alunos: na soma entre duas frações, onde os denominadores tem o mesmo número, os alunos, no lugar de repetir o algarismo do denominador, soma-os. Também não entendemos como os alunos obtiveram a fração  $\frac{3}{12}$  como resposta para o somatório das partidas das meninas, e como o trio de alunos obteve 0,5 e 0,4. Foi perceptível que:

A dificuldade com as operações no conjunto dos racionais é um problema que se reproduz em outros conteúdos, pois, se o estudante não sabe somar frações numéricas, também não vai saber somar frações algébricas, e as dúvidas e erros vão ser frequentes (CURRY, 2007, p. 55).

Por fim, para a questão cinco, os trios analisariam as afirmativas, responderiam verdadeiro ou falso, em seguida justificariam suas respostas. Analisamos a resolução do trio de alunos para as três afirmativas:

**Figura 7** – Resolução do trio de alunos para a questão cinco para a Atividade 3

5) Analisem as afirmativas a seguir e respondam verdadeiro ou falso (V ou F), justificando.

(V) A quantidade de chutes é inversamente proporcional ao resultado obtido.

Sim, pois mais chutes mais gols que fizemos gols.

Analisando as grandezas chutes e resultados, concluímos que as mesmas são inversamente proporcionais. O trio de alunos respondeu que essa afirmação é verdadeira, porém sua justificativa não condiz com a afirmação (Figura 7).

**Figura 8** – Resolução do trio de alunos para a questão cinco para a Atividade 3

(V) Quanto maior for a quantidade de gols feitos, maior será meu resultado.

Sim, porque se eu fizer mais gols na mesma quantidade de chute que eu fiz, o meu resultado vai ser maior.

Sabemos que a proporcionalidade em questão é gols verso chutes. A afirmativa nos diz que quanto maior for o número de gols feitos, maior será o resultado. Tal afirmativa é verdadeira, e a justificativa (Figura 8) que o trio de alunos escreveu já comprova o porquê dessa afirmativa ser verdadeira.

**Figura 9** – Resolução do Trio de alunos para a questão cinco para a Atividade 3

(V) Nessas condições, é possível obter resultado final maior do que 1.

Pois a quantidade de gols foi igual a quantidade de chutes.

Nesta afirmativa sabemos que não é possível obter o resultado final maior que 1, pois isso só poderia acontecer se o número de gols fosse maior que o número de chutes. Analisando a resposta do trio de alunos (Figura 9) podemos levantar a hipótese que provavelmente os alunos leram *é possível obter resultado final igual a 1*, pois em sua justificativa, os mesmos afirmam que “a quantidade de gols foi igual a quantidade de

*chutes*”, e quando o número de gols for igual a quantidade de chutes, sabemos que obteremos 1 como resposta.

Por fim, quando os trios nos entregaram suas folhas respostas, o mesmo integrante da Equipe Robótica na Educação Matemática entrevistou (2º intervenção) mais uma vez a fim de junto com os alunos identificar que trio foi vencedor. Nessa construção foi percebido que a soma entre as duas rodadas de cada trio dava empate. Para desempatar, foi proposta uma terceira rodada. Na mesma, o trio dos meninos venceu.

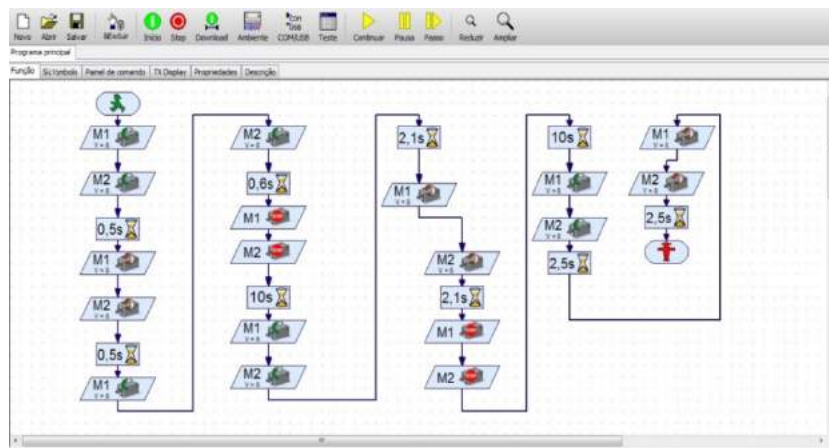
## **Seca**

A Atividade 1 abordava a seca do Cariri paraibano e informava: “Uma pessoa necessita de aproximadamente 110 litros de água por dia para atender as necessidades de higiene pessoal e doméstica”. A partir dessa informação, o trio de alunos iniciaria a resolução da atividade. Para a mesma, os meninos deveriam programar o robô para deixar barris de água em determinados pontos do tapete temático.

O Robô devia sair de um ponto fixo, deixar os barris em um ponto indicado no tapete temático e depois voltar para o ponto fixo. Essa ação seria repetida até que o robô deixasse barris em todos os pontos indicados. A distância do ponto fixo até um ponto indicado no tapete poderia mudar, fazendo-se necessário que um dos alunos do trio medisse as distâncias. Cada barril possuía 55 litros, então se fazia necessário que o robô levasse mais de um barril a cada ida para um ponto indicado.

No ato de programar o robô, o trio de alunos desenvolveu uma programação (Figura 10) que atendessem as necessidades da Atividade 1. Diante desse fato, podemos concluir que programar um robô não é um obstáculo para os alunos, pois os mesmos, apenas com a Ambientação, alcançaram o proposto da atividade:

**Figura 10 – Programação do trio de alunos**



Concluída essa parte, o trio de alunos deveriam responder algumas perguntas com base na estratégia que utilizaram para fazer as entregas dos barris.

**Figura 11 – Resolução do trio de alunos para a questão um da Atividade 1**

1) Programem um robô que possa auxiliar as pessoas fazendo o transporte de água para os pontos marcados no tapete. Como o grupo calculou a distância percorrida pelo robô para cada ponto do bairro?

*1s = 21 segundos teste no robô: Nome no quanto segundos e o constante por andar 38cm. 3º teste, para ir de A a B é preciso 2,1 de segundos. E pro C é preciso 2,5 segundos.*

Na primeira questão (Figura 11) o trio de alunos deveria descrever qual estratégia utilizou para fazer as entregas. Acreditamos que os alunos partiram da informação que 1 segundo equivale a 21 centímetros. A partir dessa informação, encontrada pelos próprios alunos, foi obtido quantos segundos se faz necessário para fazer as outras entregas.

**Figura 12 – Resolução do trio de alunos para a questão um da Atividade 1**

2) Quantos barris de água o grupo decidiu que o robô carregasse em cada viagem? Por quê?

*2 barris, pois cada barril tem 55 litros e é preciso abastecer cada local com 110 litros de água.*

Com base na informação “uma pessoa necessita de 110 litros de água”, o trio de alunos concluiu necessário dois barris (Figura 12) por cada ida a um ponto indicado.



**Figura 13** – Resolução do trio de alunos para a questão um da Atividade 1

3) Se quatro barris de água custam R\$ 20,00, ao mesmo preço, quanto custariam 10 barris?

Se quatro barris é 20\$ então cada 1 barril vai custar 5\$ e  $5 \times 10$  é 50 o total vai dar 50\$ sendo que cada um só por 5\$.

Para a resolução da questão três (Figura 13), o trio de alunos obteve como resposta R\$ 50,00. Como Cury aponta “vê-se, então, que esses estudantes souberam traduzir corretamente, em linguagem matemática, as informações que leram no enunciado da questão” (2007, p. 51). As questões quatro e cinco não foram respondidas pelos alunos.

**Figura 14** – Resolução do trio de alunos para a questão um da Atividade 1

6) O grupo teve facilidade ou dificuldade para:

a) Responder as perguntas formuladas? Por quê?

não e porque não tem explicações.

b) Realizar atividade prática com robôs? Por quê?

Mais ou menos. Porque agente teve que pensar questões.

A questão seis apresenta a finalidade de identificar os possíveis obstáculos que o trio de alunos encontrou na resolução da Atividade 1. Com base nas respostas (Figura 14), a dificuldade encontrada pelo trio foi questão de trabalhar em equipe.

### Um pouco mais de análise

É perceptível, após realização das atividades, que além de trabalhar a Robótica como uma ferramenta auxiliadora para as aulas de Matemática, a mesma gera uma atmosfera de competitividade entre os alunos. Aprenderam Matemática de forma divertida, envolvendo uma ação (futebol) presente em nosso cotidiano, com a Matemática e a RE. No entanto, acreditamos que no momento que o professor leva esta atividade para a sala de aula, o mesmo deve ter cuidado em sua abordagem. Como foi

dito nos descritos, vários foram os momentos em que a Equipe Robótica na Educação Matemática precisou intervir para ajudar os alunos em suas resoluções.

Reconhecemos, com base nos resultados obtidos, que não devemos depositar na Robótica Educacional o dever de gerar resultados ditos como corretos e aprendizagem dos alunos. A RE está incluída apenas como auxiliadora, dirigindo a Matemática para uma realidade concreta.

Analisando o desenvolvimento do trio de alunos para a Atividade 1 pudemos perceber que os mesmos souberam aplicar o raciocínio proporcional de maneira adequada. Também pudemos constatar a facilidade dos alunos em programar, rapidamente realizaram a prática da atividade.

Comparando o desenvolvimento do trio de alunos nas duas atividades pudemos perceber que o rendimento dos mesmos foi bem melhor na Atividade 1 do que na Atividade 3. Como as duas atividades tratam do mesmo assunto, raciocínio proporcional, podemos fazer algumas considerações que nos leva a crer o porquê dessa diferença. A forma como as atividades foram expostas para os alunos pode ter rendido um melhor desempenho na Atividade 1. Os assuntos matemáticos abordados indiretamente nas atividades também podem ter gerado essa diferença. Por exemplo, na Atividade 3 os alunos precisaram fazer uso das quatro operações básicas da Matemática no conjunto dos racionais, ou seja, frações. Já a Atividade 1 traz uma abordagem mais lógica. Também podemos elencar o uso da tecnologia *bluetooth* e o uso da programação como um dos fatores dessa diferença. Mas, de modo geral, o trio obteve um desempenho satisfatório nas duas atividades.

### **Considerações finais**

A pergunta que norteou nossa pesquisa *É viável usar a Robótica Educacional nas aulas de Matemática?* nos permite afirmar que no momento em que a RE gera aprendizagem e conhecimento nos alunos, a mesma pode ser devidamente empregada em sala de aula pelo professor. De acordo com os resultados de nossa pesquisa, percebe-se viável o uso da RE como ferramenta auxiliadora para as aulas de Matemática. Podemos considerar os kits de Robótica um aparato tecnológico capaz de auxiliar a aprendizagem de alunos, dirigindo a Matemática contextualizada para a realidade dos mesmos.

Também precisamos destacar que o professor que faz uso de kits de Robótica em suas aulas deverá ter cuidado e percepção que nem sempre a RE poderá auxiliá-lo em sua abordagem para determinados conteúdos matemáticos. Precisamos respeitar as limitações que a Robótica Educacional carrega consigo.

Sabemos que a Robótica Educacional (RE) ainda é uma tecnologia nova em boa parte das escolas estaduais e pouca utilizada em sala de aula. Tal fator pode ocorrer pela falta de tempo ou domínio do professor com a mesma.

Ainda cremos que as atividades criadas pela Equipe Robótica na Educação Matemática são de grande valia, tanto para pesquisadores como para professores. Acreditamos que tal material poderá servir como aporte para o professor em sala de aula, encorajando-o a fazer uso da RE em sua aula e inspirando-o a criar outras situações que possam usar o robô para a aprendizagem matemática.

## **Referências**

AZEVEDO, D. S. **Análise de erros matemáticos: interpretação das respostas dos alunos**. Monografia (Instituto de Matemática), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edição 70, 1979.

BARICHELLO, L. **Análise de resolução de problemas de cálculo diferencial em um ambiente de interação escrita**. Dissertação Mestrado em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2008.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Portugal, 1994.

BRASIL. MEC. SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

CABRAL, C. P. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. Dissertação de Mestrado em Educação, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

CAVALCANTE, T. F. **O uso da Robótica Educacional na Matemática: Análise de Erros por alunos do 8º ano do Ensino Fundamental**. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Matemática), Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba, 2016.

COSTA, P. C.; OLIVEIRA, E. S. de; COSTA, G. F. da; CAVALCANTE, T. F.; LINS, A. F. Robótica Educacional: uma reflexão sobre seu uso em escolas públicas paraibanas. **IX Encontro Paraibano de Educação Matemática**. VIII EPBEM, UEPB, Campina Grande, 2014a.

COSTA, G. F. da; OLIVEIRA, E. S. de; COSTA, P. C.; LIMA, V. B. de; LINS, A. F. Refletindo as perspectivas dos alunos de uma escola pública da Paraíba inseridos em um ambiente robótico para aprendizagem matemática. **IX Encontro Paraibano de Educação Matemática**. VIII EPBEM, UEPB, Campina Grande, 2014b.

COSTA, G. F. da; OLIVEIRA, E. S. de; COSTA, P. C.; CAVALCANTE, T. F.; LINS, A. F. Desenvolvendo conceitos geométricos no Ensino Fundamental II a partir de um ambiente robótico. **II Congresso Nacional de Educação**. II CONEDU, Campina Grande, Paraíba, 2015.

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

D'ABREU, J. V. V. *et al.* Robótica educativa/pedagógica na era digital. **II Congresso Internacional TIC e Educação**, Lisboa, 2012.

FELTES, R. Z. **Análise de Erros em potenciação e radiciação: Um estudo com alunos de ensino fundamental e médio**. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Porto Alegre, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007.

LIMA, V. B. de; OLIVEIRA, E. S. de; COSTA, P. C.; CAVALCANTE, T. F.; LINS, A. F. Um olhar sobre o uso da Robótica Educacional no Curso de Licenciatura Plena em Matemática da UEPB. **I Congresso Nacional de Educação**. I CONEDU, Campina Grande, Paraíba, 2014.

LIMA, V. B. de. *et al.* Discutindo sobre o uso da Robótica Educacional na Matemática com alunos em uma aula de pós-graduação. **II Congresso Nacional de Educação**. II CONEDU, Campina Grande, Paraíba, 2015.

LINS, A. F., PEREIRA, P. S., CARVALHO, M. Collaborative research work project with teachers who teach Mathematics at school level in the north east and center east Brazilian public schools. **13th International Congress on Mathematical Education**. ICME13, Hamburg, 2016.

MALTEMPI, M. V. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. **Acta Scientiae** (ULBRA), v. 10, n. 1, p. 59-67, 2008.

OLIVEIRA, E. S. de. **Robótica educacional e raciocínio proporcional: uma discussão à luz da teoria da relação com o saber**. Mestrado em Educação Matemática. Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PEREIRA, P. S., LINS, A. F., CARVALHO, M. Aspectos metodológicos de um projeto colaborativo de pesquisa com professores que ensinam Matemática na educação básica em escolas nas regiões brasileiras do nordeste e centro oeste, **VIII Congresso Iberoamericano de Educação Matemática**. VIII CIBEM, Madri, 2017.

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática: estudo do erro no ensino da Matemática Elementar**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2000.

RICO, L. Errores en el aprendizaje de las matemáticas. In: KILPATRICK, J.; GÓMEZ, P.; RICO, L. (Eds.). **Educación Matemática**. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, 1998. Cap. III, p. 69-104.

Recebido em: 10 de abril de 2017.

Aprovado em: 15 de julho de 2017.