



## Desenvolvendo conceitos algébricos no ensino fundamental com o auxílio de um Objeto de Aprendizagem.

Raquel Santiago Freire<sup>1</sup>, José Aires de Castro Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira – Projeto Álgebra Interativa -  
Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, Instituto UFC Virtual- bloco 901 - 1º andar,  
CEP: 60455-760  
www.vdl.ufc.br/oa

raquelufc@yahoo.com.br, j.castro@ufc.br

**Abstract.** *The current study aimed to investigate the development of strategies by K-5 students while using a Learning Object (LO) called Interactive Scale and the relation of these strategies to the algebraic thought. The research was conducted with a 2<sup>nd</sup> and a 4<sup>th</sup> grade students of a public school in the city of Fortaleza. The researchers conducted two clinical interviews with the students while they used the LO. Results indicated that students started to develop a series of strategies related the algebraic concepts such as equivalence, inequality, greater, lesser and unknown.*

**Resumo.** *O presente estudo investigou o desenvolvimento de estratégias utilizadas por alunos de séries iniciais e suas relações com o pensamento algébrico durante a utilização de um Objeto de Aprendizagem (OA) chamado Balança Interativa. A pesquisa foi realizada com dois alunos de 2<sup>a</sup>. e 4<sup>a</sup>. Série de uma escola pública de Fortaleza. Os pesquisadores realizaram entrevistas clínicas individuais com os alunos enquanto eles usavam o OA. Os resultados obtidos indicam que os alunos utilizam estratégias que ajudam na compreensão de noções algébricas, como por exemplo, igualdade, desigualdade, maior, menor e incógnita.*

## 1. Introdução

A álgebra é uma área da matemática que desenvolve a capacidade de abstração e generalização (BRASIL, 1998) e uma poderosa ferramenta para resolver problemas (DA ROCHA FALCÃO, 1993). Apesar de sua importância, diversos autores apontam para as dificuldades dos alunos ao resolver situações problemas envolvendo conteúdos da álgebra como equações, mesmo nas séries terminais do ensino fundamental (e.g. CASTRO-FILHO et al, 2004). Os resultados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB também apontam que alunos da oitava série ainda apresentam baixo desempenho em álgebra (BRASIL, 1998).

Lins e Gimenez (1997) explicam que essas dificuldades acontecem devido às diferenças entre aritmética e álgebra. Segundo os autores, apesar de lidarem com os mesmos problemas, ambas utilizam procedimentos e instrumentos conceituais diferentes. Por exemplo, a aritmética trabalha com a obtenção de respostas através de cálculos e a álgebra prioriza a representação de um problema através de equações.

Diversos pesquisadores têm estudado possibilidades para que alunos ao começarem a estudar álgebra não tenham tanta dificuldade (PINTO, 2001, LINS & GIMENEZ 1997, DA ROCHA FALCÃO, 1993, SCHLIEMANN, CARRAHER, PENDEXTER & BRIZUELA, 1998). Esses estudos defendem que a álgebra seja introduzida já nas séries iniciais a partir de situações do cotidiano do aluno como a realização de comparações entre quantidades.

Autores como Schliemann, Carraher, Pendexter e Brizuela (1998), discutem que algumas noções algébricas já poderiam ser introduzidas aos alunos através de atividades e situações problemas para que, ao estudarem álgebra mais tarde estejam mais preparados para entender os conceitos algébricos em um nível de representação mais simbólica e abstrata.

Uma outra série de estudos investigou como crianças da segunda série do ensino fundamental resolvem atividades que envolvem noções algébricas (PINTO, 2001, DA ROCHA FALCÃO et al 2000). Essas atividades foram baseadas em uma seqüência didática com o propósito de construir significados sobre conceitos algébricos tais como: transformações, representação icônica e simbólica, equivalência, incógnita, relação entre quantidades etc. Os resultados desses estudos indicaram que no começo das atividades as crianças sentiram uma certa dificuldade, mas são superadas com intervenção dos pesquisadores.

Outros estudos apontam Softwares Educativos que favoreçam a comparação de incógnitas a partir de situações-problemas como comparar pesos numa balança ou cartas num tabuleiro como favorecedores para o surgimento de estratégias relacionadas com o pensamento algébrico (Castro-filho, Leite, Freire e Paschoal, 2003). No entanto, esses estudos foram realizados com alunos de séries mais avançadas (6<sup>a</sup>. e 7<sup>a</sup>. série).

Ainda não encontramos na literatura estudos sobre o desenvolvimento de noções algébricas em alunos das séries iniciais ao utilizarem ambientes computacionais. Nesse estudo, utilizaremos o objeto de aprendizagem (OA) Balança Interativa que objetiva trabalhar com conceitos relacionados ao campo conceitual algébrico, como por exemplo, equivalência, comparação, incógnita, igualdade e desigualdade (VERGNAUD, 1997). Pretende-se observar as estratégias elaboradas por alunos das séries iniciais ao utilizarem o referido OA.

## 2. Metodologia

Em função de ser uma área nova (álgebra inicial), optamos em desenvolver nesse trabalho uma pesquisa de caráter qualitativo e exploratório.

### 2.1. População participante

Fazem parte da pesquisa um aluno de 2ª. Série (08 anos) e um aluno de 4ª. Série (10 anos) de uma escola pública da cidade de Fortaleza.

### 2.2. Material: o Objeto de Aprendizagem Balança Interativa

O Balança Interativa<sup>1</sup> é um objeto de aprendizagem (OA) e baseia-se na manipulação simulada de uma balança de dois pratos na forma de um jogo, no qual consiste em descobrir os valores desconhecidos que são associados às letras. O OA foi desenvolvido pelo grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA) da Universidade Federal do Ceará. Ele vem sendo aprimorado através de pesquisas relacionadas ao campo conceitual algébrico com alunos e professores de escolas públicas de Fortaleza (CASTRO-FILHO, J. A. FREIRE, R. S. & CABRAL, B. S, 2004).

Além de simular uma balança de dois pratos, temos também, desenhos de pesos com letras que representam os pesos desconhecidos e desenhos de pesos com números que representam os pesos conhecidos. O usuário deverá utilizar o OA para pesar os pesos conhecidos e desconhecidos, podendo encontrar seus valores através do equilíbrio ou desequilíbrio na balança. A balança fica em equilíbrio quando os pesos dos dois lados forem iguais (tiverem a mesmo peso), o desequilíbrio acontece quando um dos pratos da balança fica mais pesado do que outro (figura 1).

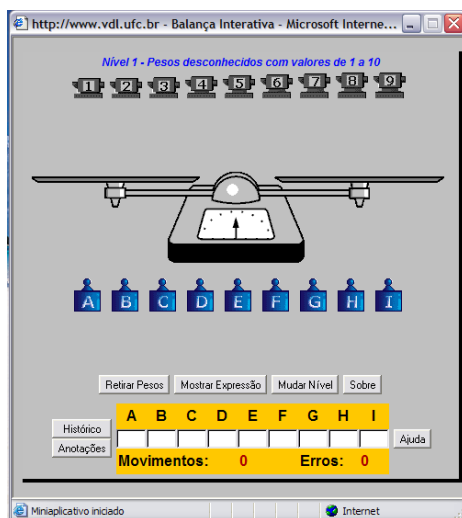


Figura 1 – OA Balança Interativa

O OA possui dez níveis. Do primeiro ao quinto nível ele apresenta a balança de dois pratos e a equação que representa os movimentos realizados. Do sexto ao décimo nível, o jogo apresenta apenas a equação. Esta diferenciação foi feita com o objetivo de levar o usuário a

<sup>1</sup> O OA está disponível na página: [www.vdl.ufc.br/ativa](http://www.vdl.ufc.br/ativa).

manipular equações de modo cada vez mais simbólico. Durante a pesquisa utilizaremos apenas o primeiro nível, pois os outros níveis exigem um nível maior de representação simbólica. Além disso, as atividades do primeiro nível já oferecem uma boa quantidade de estratégias de pensamento que os alunos podem formar.

No primeiro nível, o *OA* oferece pesos que variam de 1 a 10 e pesos desconhecidos que são representados por letras que vão de A até I. O aluno, então, terá que descobrir usando os valores conhecidos, o valor dos pesos desconhecidos. O *OA* registra o número de manipulações que o aluno faz durante a descoberta dos pesos. Ao final do nível o *OA* oferece a quantidade de movimentos que o aluno fez para descobrir todos os pesos desconhecidos. O *OA* possui outras características que não serão aqui descritas por não terem sido exploradas no trabalho com os alunos.

### **2.3. Procedimentos**

Para a realização desse estudo, os sujeitos da análise participaram de entrevistas individuais baseadas no método clínico piagetiano (CARRAHER, 1989). Esse método consta de perguntas básicas que variam de acordo com as respostas do sujeito e dos interesses que orientam a pesquisa. O pesquisador pode formular novas perguntas dependendo das respostas do sujeito, proporcionando um melhor entendimento de como o sujeito representa uma situação ou organiza seu pensamento. O critério de escolha dos alunos que participaram dessa análise foram aqueles que estavam disponíveis no momento em que a entrevistadora chegou à sala de aula, ou seja, já tinham terminado uma atividade que a professora de sala de aula tinha recomendado.

Os alunos iniciavam a utilização do *OA* após uma explicação de como utilizar as suas ferramentas básicas e como manipular os pesos. Os alunos foram entrevistados duas vezes para verificar suas estratégias e para observar se havia uma diminuição no número de movimentos.

Além de catalogar as estratégias, os pesquisadores também fizeram observações sobre as dificuldades encontradas durante a utilização do *OA*. As estratégias foram agrupadas em categorias e o número de movimentos foi anotado para que se pudesse fazer uma comparação entre a primeira e a segunda utilização do *OA*. Para facilitar a análise, o *OA* registra o número de movimentos e a manipulação dos pesos feita pelos alunos em um arquivo de texto chamado LOG. Para rever todas as manipulações feitas pelos alunos, utiliza-se um outro programa chamado Restaurador, o qual lê o arquivo de LOG e reproduz passo a passo a seqüência de movimentos realizada pelo aluno. Além dos arquivos de LOG, as entrevistas realizadas também foram transcritas.

### **3. Resultados e discussão: Desenvolvimento das estratégias**

Durante a análise, observamos as estratégias dos alunos e suas dificuldades ao utilizar o *OA*. Os nomes dos alunos foram trocados para preservar sua identidade. A aluna Valéria cursava a 4ª. série e o aluno Fred a 2ª. série. A seguir destacaremos as estratégias utilizadas pelos alunos de séries iniciais:

#### **Busca pela Metade**

Essa estratégia consiste encontrar cada peso iniciando com a metade dos valores possíveis. Por exemplo, ao tentar descobrir qualquer o valor de qualquer peso, o aluno inicia com o número 5. Se o programa apresentar maior do que cinco, o peso desconhecido pode ser 6, 7, 8, 9 ou 10. Se

for menor do que cinco o peso pode ser 4, 3, 2 ou 1. Sendo o valor do peso igual a 5, o aluno encontrou a solução do problema. Essa estratégia permite ao aluno diminuir pela metade o valor do intervalo que o peso desconhecido pode ser. Consideramos também busca pela metade quando os alunos utilizam o quatro e o seis. Antes de o aluno usar essa estratégia, notamos uma certa dificuldade de perceber que ao colocar o número cinco reduziria pela metade o valor do intervalo do peso desconhecido. Isso porque testavam primeiro os números que estão nos extremos, como por exemplo, o um e o nove. Abaixo, um protocolo que ilustra essa estratégia (A é a aluna e P é a pesquisadora):

Valéria

A: O peso de número nove é mais pesado que a caixinha de número F.

P: O nove é mais pesado que a caixa F, qual número F pode ser?

A: Eu acho que o um.

P: Vamos ver se é um?

A: Vamos.

P: E agora?

A: Não.. a caixinha de número F é mais pesada que a de número um.

P: E antes ele era o quê? Qual a relação dela com o nove?

A: Ela era mais maneira. O nove era mais pesado.

P: E agora como é que ta?

A: A número F é mais pesada que um.

P: Qual número pode ser?

A: Acho que é cinco.

Depois dessa situação a aluna sempre utilizava o número cinco ou seis para testar os pesos desconhecidos. Apesar de usarem as estratégias, os alunos tiveram muita dificuldade para explicar o porque das suas escolhas, como revela o protocolo abaixo:

Valéria

A: Vou testar a E com o peso.. [olha os números que já saíram] com o peso cinco.

P: Porque tu sempre escolhe o cinco ou o seis? Tem alguma explicação?

A: É.. por que a gente não encontrou nenhuma caixinha que tenha esses pesos, ai a gente sempre tem que tentar pra ver se é, se descobre.

Fred

P: Porque você colocou o cinco?

A: Por que eu achei que era.

P: Porque você não colocou o quatro ou o seis?

A: Por que eu quis o cinco.

P: Então C é igual a cinco.

No entanto, no recorte abaixo podemos observar uma boa explicação para a escolha desses números:

Valéria

P: Porque você não colocou o número sete? [nessa situação a aluna colocou o peso seis]

A: Eu acho que sete é mais avançado. A gente tem que tentar os números que estão no meio.

Fred

P: Porque você escolheu o seis?

A: Por que eu pensei que podia ser o seis, por que já saiu o cinco, o nove, o três, o dois, o sete. Ai eu pensei que podia ser o seis.

Essa dificuldade de verbalização é mais típica da faixa etária dos sujeitos investigados. No entanto, Vergnaud (1997) caracteriza a identificação de estratégias como as encontradas como teoremas em ação, significando esquemas de pensamento que são aplicados em situações semelhantes. Abaixo temos a descrição de outras estratégias.

#### Intercalando pesos

Essa estratégia consiste em tentar os pesos desconhecidos intercalando um ou dois pesos, ou seja, se A é menor do que cinco, o aluno tenta quatro e depois tenta o dois, pulando assim o número três. Nos primeiros movimentos observou-se que os alunos tentavam os números seqüenciados, por exemplo, colocava o peso B e tentava o peso um, depois o peso dois, depois o três e assim sucessivamente. Veja abaixo um exemplo:

Valéria

A: Agora vou tentar a F com o peso cinco. O cinco é mais pesado.

P: Pode ser que número?

A: Talvez o quatro? O quatro é mais pesado. Vou tirar o quatro e botar o dois.

P: Porque você não botou o três?

A: Não, porque já tinha tentado a quatro e era mais pesada, a gente tenta os número mais altos e não dá certo, então eu tento os números mais baixo.

Fred

P: Por que você pulou do seis pro oito?

A: Não escolhi o sete não?

P: Não. Você escolheu o três, quatro, cinco, seis e depois pula pro oito. Porque?

A: Por que quis escolher logo o oito.

Através desses movimentos, observamos que os alunos não estão descobrindo os pesos por tentativas aleatórias. O mesmo também pode ser encontrado na estratégia a seguir.

#### Observação dos pesos já registrados

Quando os alunos observam os números que já foram registrados ou que já saíram e deixam de testá-los, podem diminuir o número de movimentos. Observe o trecho abaixo:

Valéria

A: Vou escolher a C com a oito, não! Com a nove.

P: Porque você ia escolher o oito e não escolheu mais?

A: Bom... por que como você disse [as regras do jogo haviam sido ditas no começo], a oito já tem o seu dono que é a G. Então eu escolhi o número nove. A caixa C é o peso número nove.

Fred

P: Se ele é mais pesado do que um, qual ele pode ser?

A: [pensando]

P: Pode ser o três?

A: Não, porque eu já tentei [o aluno coloca o número dois e acerta].

Em relação ao número de movimentos, verificamos uma diminuição dos mesmos da primeira para a segunda entrevista. A aluna Valeria na primeira entrevista fez 41 movimentos e diminuiu para 26. O aluno Fred também terminou a primeira entrevista com 41 movimentos diminuindo para 35. Essa diminuição de movimentos entre a primeira e a segunda entrevista indica que os alunos não estão resolvendo as situações do *OA* apenas por tentativa e erro. Na conclusão do trabalho, discutiremos essa proposição em maiores detalhes.

#### 4. Conclusão

Através da identificação das estratégias utilizadas no *OA* Balança Interativa percebemos que os alunos não resolvem as atividades por tentativa e erro. Embora algumas vezes não tenham conseguido explicar porque utilizavam alguns dos seus movimentos, os alunos encontraram estratégias para conseguir diminuir o número de movimentos.

Segundo Da Rocha Falcão (1993), o pensamento algébrico envolve, além de outros aspectos, o conjunto de procedimentos necessários à resolução de uma equação, tais como: captura e descrição dos dados de um problema, uso de símbolos para representar os valores desconhecidos, montagem da equação, resolução da equação, conferir os resultados e dar solução ao problema. Estas relações servem de suporte representacional na resolução de problemas algébricos. Por meio das análises, podemos perceber que os alunos conseguem descrever as atividades do *OA*, entendem a relação simbólica, ou seja, que um número pode representar uma letra qualquer. Compreendem também a relação entre as letras e o número (maior, menor e igual) e sabem comparar e conferir os resultados anteriores.

Estudar álgebra não significa apenas manipular símbolos e equações, seu ensino deve ser baseado em construções de noções algébricas pela observação de regularidades em tabelas, gráficos e situações do cotidiano dos alunos. Os dados desse estudo permitem averiguar de forma preliminar que o uso de softwares educativos como o *OA* investigado nesse trabalho pode favorecer a construção dessas noções. No entanto, ainda é necessário investigações que usem um maior número de sujeitos e uma maior variedade de softwares educativos e situações-problema. Um estudo com maior número de sujeitos e com mais atividades que estimulam o pensamento algébrico está sendo desenvolvido como dissertação de Mestrado com intuito de ampliar essa discussão (Freire, 2006).

#### 5. Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CASTRO-FILHO, J. A. FREIRE, R. S. & CABRAL, B. S. **Estratégias e erros utilizados na resolução de problemas algébricos**. Anais do VII Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, Recife, 2004.

CASTRO-FILHO, J. A. FREIRE, R. S. & PASCHOAL, I. V. A. **Balança Interativa: um software para o ensino da Álgebra.** Anais do XVI Encontro de Pesquisa Educacional do Norte Nordeste – EPENN, Aracaju, 2003.

DA ROCHA FALCÃO, J. T. **A álgebra como ferramenta de representação e resolução de problemas.** Em Schillieman, A.D, Carraher, D.W., Spinillo, A.G., Meira, L.L, & Da Rocha Falcão, J.T. (orgs.). Estudos em Psicologia da Educação Matemática. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1993.

DA ROCHA FALCÃO, J. T., LIMA, A.P.B., ARAÚJO, C.R., LESSA, M.M.L., OSÓRIO, M. **A didactic sequence for the introduction of algebraic activity in early elementary school.** IN: 24th International meeting of psychology of Mathematics Education (PME), Hiroshima-Japão, Proceedings, vol. 2, pp. 209-216, 2000.

FREIRE, R. S. **Ambientes Computacionais para o desenvolvimento do pensamento algébrico no ensino fundamental.** Dissertação de Mestrado não-publicada. Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2006.

LINS, R. C e GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI.** Campinas, SP: Papyrus Editora, 1997.

PINTO, G.A.T. **A atribuição de significado em atividades pré-algébricas por crianças do segundo ano do primeiro ciclo do ensino fundamental.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001

SCHLIEMANN, A.D., CARRAHER, D.W., PENDEXTER, W., & BRIZUELA, B. **Solving Algebra Problems before Algebra Instruction.** Paper presented at the Second Early Algebra Meeting, Tufts University/UMass-Dartmouth, 1998.

VERGNAUD, G. **The nature of mathematical concepts.** In T. N. e P. B. (Eds.), pp. 5-28, 1997.