

Análise do Uso de um Objeto de Aprendizagem Digital no Ensino de Álgebra – versão final

Laécio Nobre de Macêdo¹, Síntria Labres Lautert¹, José Aires de Castro Filho²

¹Pós-graduação em Psicologia Cognitiva – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – 50670-901 – Pernambuco – PE – Brasil

²Instituto UFC Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC) – 60455-760 – Fortaleza – CE – Brasil

laecio2003@yahoo.com.br, sintrialautert@gmail.com, aires@virtual.ufc.br

Abstract. *In This work, the development of strategies for solving algebraic problems and the relationship of these strategies with algebraic thinking have been investigated. The survey was conducted with students in grades 7-9 of a public school in Fortaleza city. The researchers conducted individual clinical interviews during the use of a Learning Object (LO) called "Cartas Interativas" (Interactive Letters). The results indicate that students have developed characteristics of algebraic thinking such as the use of logic to solve algebraic problems and other strategies identified as: search by half; intermediary value test; use of known letters; analysis of interval and combination of strategies.*

Keywords: *algebra; learning objects; strategies.*

Resumo. *O presente estudo investigou o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas algébricos e a relação destas estratégias com o pensamento algébrico. A pesquisa foi realizada com alunos do 7º, 8º e 9º ano, de uma escola pública da cidade de Fortaleza. Os pesquisadores realizaram entrevistas clínicas individuais durante a utilização de um Objeto de Aprendizagem (OA) denominado Cartas Interativas. Os resultados obtidos indicam que os alunos desenvolveram características próprias do pensamento algébrico, tais como, o uso da lógica para resolver problemas algébricos e outras estratégias identificadas como: busca pela metade, teste do valor intermediário, uso de cartas conhecidas, análise de intervalo e combinação de estratégias.*

Palavras-chave: *álgebra, objetos de aprendizagem e estratégias.*

1. Introdução

A álgebra é um conteúdo capaz de desenvolver a habilidade de abstração e generalização sendo uma poderosa ferramenta para resolver problemas matemáticos e científicos (BRASIL, 1998; DA ROCHA FALCÃO, 1993). Apesar de sua importância, os alunos, ainda, apresentam dificuldades na aprendizagem da álgebra, conforme

demonstrado por dados recentes do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica - SAEB (BRASIL, 2005).

Para Lins e Gimenez (1997), estas dificuldades são em parte devido à diferença entre o pensamento aritmético e o pensamento algébrico, uma vez que, tanto a álgebra quanto a aritmética lida com os mesmos problemas, mas utilizam procedimentos e instrumentos conceituais diferentes. A aritmética enfatiza a obtenção de respostas através de cálculos. Já a álgebra prioriza a representação do problema através de equações e só posteriormente, a realização dos cálculos sobre as equações. Outra dificuldade é provocada pela forma como a álgebra é ensinada na escola, que enfatiza apenas as regras para manipulação mecânica de símbolos para resolver equações algébricas (CASTRO-FILHO *et al.*, 2004).

Pensando na superação destas dificuldades de aprendizagem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam para a necessidade de incorporar ao trabalho da escola novas formas de comunicação e aprendizado (BRASIL, 1998). Vários estudos sobre o campo conceitual da álgebra indicam a possibilidade de desenvolver conceitos algébricos através do uso de situações cotidianas da vida do educando (ex: balança de dois pratos) e de seqüências didáticas elaboradas, especificamente, para o estudo da álgebra (CARRAHER; SCHLIEMANN, 1988; LINS LESSA, 1996; DA ROCHA FALCÃO, 1993).

Outros estudos têm investigado a aprendizagem de conceitos matemáticos com o auxílio de ferramentas interativas (CARRAHER, 1992; CASTRO-FILHO *et al.*, 2003). Tais pesquisas apontam que o uso de recursos digitais na aprendizagem permite o uso de múltiplas representações de um conceito (e.g. icônica, simbólica, visualização tridimensional e simulações em tempo real) ampliando o repertório de compreensão dos alunos.

Nessa perspectiva, o uso de ferramentas interativas como os objetos de aprendizagem surgem como um novo paradigma tecnológico que pode ser aplicado tanto na educação presencial quanto na educação à distância. Há na web uma grande quantidade de OA que podem ser acessados, gratuitamente, através da internet.

Na próxima seção, discute-se o conceito de objetos de aprendizagem e suas potencialidades para utilização tanto no ensino presencial quanto à distância.

2. Objetos de Aprendizagem

Objetos de Aprendizagem são materiais digitais (imagens, documentos, simulações, vídeos, recursos multimídia etc.) que apóiam o processo de ensino e aprendizagem e têm um objetivo educacional bem definido (Nunes, 2005). O autor reforça o aspecto digital dos objetos, seu conteúdo instrucional e ainda os objetivos educacionais que devem ser definidos quando da confecção de um objeto de aprendizagem.

A principal vantagem do OA é sua capacidade de reutilização. Esta reutilização traz dois benefícios: praticidade e menor custo. Ao reutilizar um OA, a escola diminui os custos com a compra de novos programas e licenças de instalação o que constituem

uma grande economia. Além disso, existe a praticidade de adaptar o conteúdo de um OA desenvolvido na disciplina de Matemática, por exemplo, para ser utilizado no ensino de Física. O OA Gangorra Interativa, por exemplo, foi projetado para trabalhar com grandezas diretamente e inversamente proporcionais, equações e inequações em Matemática. Esse OA possibilita ainda sua reutilização para explorar a noção de torque¹ ou o momento de uma força na disciplina de Física (SALES *et al.*, 2007).

A padronização e o uso de assinaturas digitais nos OA facilitam a indexação e procura por um objeto quando necessário. Isto é de grande importância para o professor que necessita encontrar na Web um determinado objeto para completar seu conteúdo programático.

Além dos aspectos já mencionados, são vantagens do OA: interoperabilidade (a capacidade que ele possui de operar em conjunto com vários softwares de fabricantes diferentes sem apresentar conflitos); atualização rápida e segura (diretamente no repositório onde OA está armazenado e o mesmo ficará disponível, para todos os usuários, já atualizado); facilidade de uso (não precisa ser instalado no computador e não exige habilidade ou treinamento especial para sua utilização, porque ele roda direto da web e só precisa que o usuário tenha acesso à Internet, um navegador (*browser*) e o *plug-in* do Flash® para ter acesso a vários bancos de dados de objetos de aprendizagem em todo o mundo.

Estas vantagens mostram que o uso de objetos de aprendizagem pode contribuir para melhorar a qualidade do ensino, presencial ou à distância, proporcionando aos professores e alunos, o acesso a ferramentas interativas capazes de modificar a forma de busca e apreensão do conhecimento. Todavia, há alguns limites que devem ser observados quando da utilização de objetos de aprendizagem:

1. Deve haver uma correspondência entre o OA escolhido e a atividade que o professor pretende desenvolver com seus alunos. Há diferentes opções de OA para um mesmo conteúdo, de maneira que, cabe ao professor conhecer o OA mais adequado, saber utilizá-lo e aplicá-lo às situações de sala de aula (NUNES, 2005).
2. O objeto de aprendizagem não deve ter a pretensão de substituir o professor nem a de cobrir determinado conteúdo de forma autodidata. OA são partes de um conteúdo maior, que possui interdisciplinaridade com outros conteúdos. Esta passagem de um conteúdo micro para um conteúdo macro e suas relações com outras disciplinas deveriam ser realizadas com a mediação do professor. Recomenda-se que o OA seja utilizado sempre com a presença do professor especialista da disciplina e não apenas com o especialista em informática educativa (CASTRO-FILHO, 2007).
3. É desejável que o professor saiba avaliar, pedagogicamente, o objeto de aprendizagem. A escolha do OA não pode ser feita só por catálogos, internet, ou por que o mesmo apresenta uma bela interface, sons e movimento. Faz-se necessário o

¹ Torque é uma força que tende a girar ou virar objetos. Para calcular o torque, é preciso apenas multiplicar a força aplicada pela distância medida entre o ponto de aplicação e o centro do eixo de rotação.

conhecimento das concepções de aprendizagem que o fundamentam. (MACEDO; MACEDO; CASTRO-FILHO, 2007).

4. Os objetos de aprendizagem devem apresentar uma situação-problema que seja desafiadora para o aluno. Isso estimula a reflexão e motiva o aluno a continuar utilizando o objeto. Alguns OA possuem uma interface bonita, têm sons e movimentos, mas falta-lhes uma situação desafiadora (CASTRO-FILHO, 2007).

5. Deve-se estar atento ao conteúdo dos objetos de aprendizagem. Cabe ao professor verificar se há erros conceituais nos OA. Muitos objetos são elaborados por uma equipe multidisciplinar, todavia alguns são desenvolvidos sem a participação de um professor especialista no assunto ou professor conteudista, como é chamado na educação à distância. Uma pessoa que não conhece o assunto pode até desenvolver um bom objeto, do ponto de vista técnico, porém apresentando erros conceituais que não deveriam ocorrer em um conteúdo educacional de qualidade.

3. Cartas Interativas

O objeto de aprendizagem utilizado nesse estudo chama-se Cartas Interativas (Figura 1). Este OA possui nove cartas desconhecidas (letras que vão do A ao I) e 18 cartas conhecidas, cuja quantidade vai diminuindo, de forma progressiva, a medida que o usuário vai avançando no jogo. O objetivo é descobrir as cartas desconhecidas (incógnitas), através do estabelecimento de relações de igualdade e desigualdade entre as cartas do jogo (conhecidas e desconhecidas), com o menor número de movimentos possíveis. O OA possui um tabuleiro com duas áreas onde as cartas conhecidas e desconhecidas podem ser colocadas. Em cada lado da área de comparação podem ser colocadas no máximo quatro cartas simultaneamente.

Entre as áreas aparece um símbolo com o resultado das relações existentes entre as cartas que estão em jogo. O Cartas Interativas apresenta três resultados possíveis: maior (>), menor (<) ou igual (=).

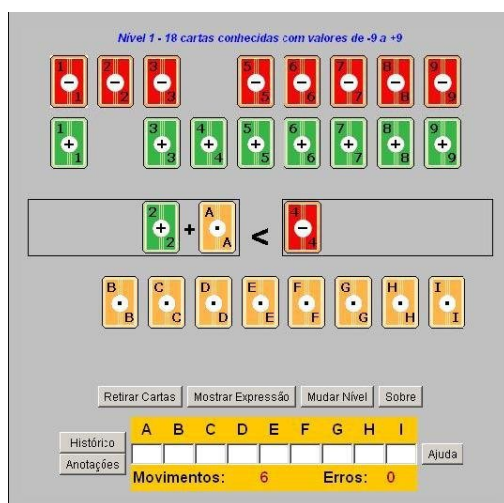


Figura 1 – OA Cartas Interativas

O OA possui cinco níveis em que o número de valores conhecidos diminui gradativamente. Em cada nível há nove cartas desconhecidas a serem descobertas. O valor de cada carta desconhecida varia de -9 a +9 incluindo o 0 (zero). Os valores das cartas são escolhidos, aleatoriamente, a cada início de nível e não há duas cartas desconhecidas com o mesmo valor num mesmo nível do jogo.

No primeiro nível, todas as cartas conhecidas podem ser usadas na comparação. Já no segundo nível, apenas nove cartas conhecidas estarão disponíveis para o usuário. As cartas terão sempre a seqüência de valores positivos e negativos alternados (ex.: +1, -2, +3, -4 *etc.* ou -1, +2, -3, +4 *etc.*). No terceiro nível, também haverá nove cartas disponíveis, mas se uma carta representando um valor estiver disponível, a carta com o seu valor simétrico não fica disponível, sendo esses valores aleatórios. No quarto e no quinto nível, há disponível oito cartas conhecidas e seis cartas desconhecidas, respectivamente.

O Cartas Interativas² apresenta outros recursos, como os comandos: (mostrar expressão), (retirar cartas), (histórico) e (anotações) que têm por finalidade auxiliar o aluno no uso do OA. Por exemplo, o botão "mostrar expressão", permite representar matematicamente a relação entre as cartas que estão sobre a área de comparação.

Em face do exposto, o presente estudo tem por objetivo investigar o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas algébricos utilizadas pelos alunos durante a utilização de um OA e a relação dessas estratégias com o pensamento algébrico.

4. Método

4.1. Participantes

Seis alunos do 7º, 8º e 9º ano (antiga 6ª, 7ª e 8ª séries), sendo dois alunos de cada turma escolhidos através de sorteio. Os participantes eram estudantes de ambos os sexos com idades entre 12 e 14 anos e pertencentes a um mesmo extrato social.

4.2. Procedimentos

Os alunos participaram de entrevistas clínicas individuais durante a utilização do OA. Essas entrevistas foram realizadas no laboratório de informática da escola. Cada aluno participou de três sessões de 45 minutos com a utilização do Cartas Interativas sob o olhar atento do pesquisador.

Durante as sessões, o aluno era questionado sobre o modo como as jogadas eram realizadas. Por exemplo: "*como você descobriu o valor da carta A? Explica-me aí como foi que você fez, agora*". O uso de entrevistas clínicas neste estudo foi teve como base o método clínico utilizado por Jean Piaget (CARRAHER, 1989). Os alunos eram questionados sobre a escolha das estratégias utilizadas para resolver as tarefas no OA,

² O Cartas Interativas foi desenvolvido pelo Grupo Proativa da Universidade Federal do Ceará e pode ser encontrado na internet no seguinte endereço < <http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa/ativa/programas.htm> >

bem como sobre a validade dessas estratégias para descobrir incógnitas com um número menor de movimentos.

Todas as formas de resolução, encontradas pelos pesquisadores, foram agrupadas em categorias de estratégias. A análise dos dados foi realizada a partir dos protocolos de cada aluno, após a transcrição das entrevistas, gravadas em fitas k7, e da verificação dos arquivos do tipo *screen capture*³

Os resultados das entrevistas serão mostrados, a seguir, na seção análise clínica. Nesta análise serão descritas todas as estratégias utilizadas pelos alunos e sua validade para a resolução de problemas que envolvem o pensamento algébrico.

6. Análise Clínica

Durante as entrevistas clínicas os pesquisadores observaram que os alunos utilizaram algumas estratégias que facilitaram a resolução dos problemas propostos no OA e reduziram o número de tentativas utilizadas para descobrir o valor das incógnitas durante a manipulação do objeto de aprendizagem. As nomenclaturas e classificações das estratégias identificadas nesta pesquisa têm como base os estudos de Castro-Filho *et al.* (2003). Descreve-se, a seguir, cada uma das estratégias encontradas:

Busca pela Metade (BM) - consiste em iniciar cada teste de uma nova carta com o número que corresponde, aproximadamente, à metade dos valores possíveis. Por exemplo, ao tentar descobrir o valor da carta A, o aluno inicia o teste com a carta 1. Neste caso, o OA apresenta três possibilidades para o valor da carta A: maior, menor ou igual. Sendo o valor da carta A igual a 1, o aluno encontrou a solução do problema. Se o valor da carta A for maior que 1, ele será um valor positivo compreendido no intervalo (2 a 9). Entretanto, se o valor da carta for menor que 1, ele será zero ou um número negativo pertencente ao intervalo (-1 a -9). Esta estratégia permite ao aluno diminuir em cerca de 50% o número de testes realizados para descobrir o valor das cartas desconhecidas (incógnitas). O extrato do protocolo abaixo ilustra o que foi considerado como exemplo do uso dessa estratégia:

A: *Deixa eu ver se ele é um número positivo! É positivo.*

P: *Pronto. Você pegou o -1 para olhar, né? Se é positivo...*

A: *é.*

(Participante nº 1 – extrato do protocolo)

Teste do Valor Intermediário (TVI): esta estratégia é utilizada quando apenas três valores são possíveis para a carta desconhecida. Por exemplo, se o valor da carta desconhecida variar entre 1, 4 e 6, o aluno poderia utilizar o valor intermediário 4. Se a carta A fosse maior que 4, ela só poderia ser 6, se menor que 4 ela seria o valor 1. Dessa forma, com apenas um teste é possível descobrir o valor da carta desconhecida. O uso dessa estratégia requer planejamento e demonstra que o aluno não está utilizando o OA

³ Programa que copia todas as telas e as reproduz, passo a passo, na mesma seqüência de movimentos realizada pelo usuário.

de forma aleatória. O extrato do protocolo abaixo mostra um exemplo de uso deste procedimento:

A: $C > -5$ e < -1 .

P: Isso. Qual é o intervalo?

A: Entre -5 e -1 .

P: Vai tentar qual deles?

A: $C > -3$.

(Participante nº 3 – extrato do protocolo)

Uso de Cartas Desconhecidas (UCC): consiste em utilizar cartas desconhecidas, após seus valores terem sido descobertos. Esta estratégia passa a ser utilizada à medida que o número de cartas conhecidas vai diminuindo, ou seja, nos níveis mais elevados, como os níveis quatro e cinco, por exemplo. O extrato do protocolo, abaixo, mostra um exemplo de uso dessa estratégia:

A: é o -3 que somado dá 8 .

P: isso somando a carta c (-5) com $-3 = -8$

A: então se $G < -8$ ele é -6 .

P: Muito bem!

(Participante nº 5 – extrato do protocolo)

Análise de Intervalo (AI): neste caso, busca-se verificar os valores que já saíram e concluir em que intervalo possível os valores estão compreendidos. Por exemplo, caso um aluno descubra, através da manipulação do OA, que o valor da carta H é um número maior que 5 e menor que 9, ele poderá analisar este intervalo, observar que números já saíram para tentar concluir qual o valor da incógnita. O extrato do protocolo, abaixo, ilustra este tipo de procedimento:

A: $G < 5$. Vai ser 4 , 3 , 2 , 1 ou um número negativo.

P: $5 > G$. Aí você botou o 4 e agora o 2 . E o $G > 2$.

A: Só não é 3 .

P: Isso. Quando você souber, tiver certeza que é um valor, não precisa testar. Basta colocar aqui, que diminui o número de movimentos. Tá bom! Pronto.

(Participante nº 6 – extrato do protocolo)

Combinação de Estratégias (CE): consiste em combinar duas das estratégias anteriores para descobrir o valor desconhecido. Neste contexto, o aluno poderia utilizar várias estratégias ao mesmo tempo para descobrir o valor da incógnita. O extrato do protocolo, abaixo, mostra um exemplo de uso desta estratégia:

A: porque o valor de C é -5 e eu o usei como um valor intermediário para saber se eu iria para a direita ou para a esquerda. (combinação das estratégias: uso de cartas conhecidas + busca pela metade)

P: muito bom. E agora o que você vai fazer? (Participante nº 4 – extrato do protocolo)

7. Resultados e Discussão

O Gráfico 1, abaixo, indica quantas vezes cada estratégia foi utilizada pelos alunos em todos os níveis do objeto de aprendizagem Cartas Interativas.

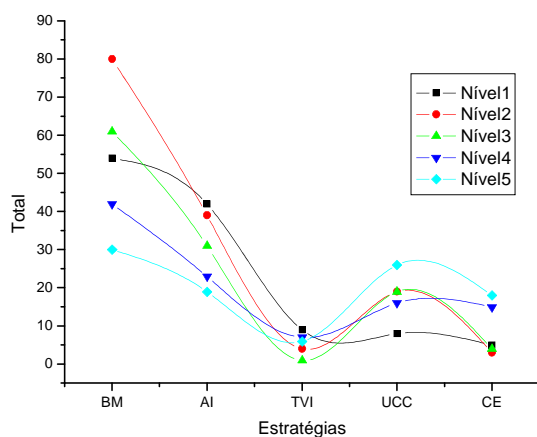


Gráfico 1. Frequência de estratégias por nível.

Ao analisar o gráfico acima, observa-se que a estratégia mais utilizada, em todos os níveis, foi a Busca pela Metade (BM). Nota-se que essa estratégia aparece cinquenta e quatro vezes no nível 1, sobe para mais de 80 vezes no nível 2 e 61 vezes no nível 3. Ao utilizarem esta estratégia, para descobrir o valor de uma nova carta, os alunos eliminam, aproximadamente, a metade dos valores possíveis no conjunto solução da incógnita.

A segunda estratégia mais utilizada é a Análise do Intervalo (AI). Ela aparece 42 vezes no nível 1; 39 vezes no nível 2 e 31 vezes no nível 3. O uso dessa estratégia parece indicar que os alunos estão utilizando o raciocínio lógico e abandonando, pouco a pouco, a estratégia primária de tentativa e erro. Neste caso eles analisam o intervalo em que a carta desconhecida se encontra e desprezam os outros valores que não fazem parte do conjunto solução para uma determinada incógnita.

A terceira estratégia mais utilizada chama-se Uso de Cartas Conhecidas (UCC). Nota-se que a frequência dessa estratégia, vai aumentando progressivamente em direção aos níveis mais avançados do jogo (níveis 4 e 5). Isto acontece, provavelmente, devido à pequena quantidade de cartas disponíveis no tabuleiro nos níveis mais avançados, levando o aluno a utilizar as cartas descobertas para substituir as que estão em falta no tabuleiro.

O uso da Combinação de Estratégias (CE) aparece em quarto lugar. Nota-se que o uso dessa estratégia cresce de forma significativa nos níveis 4 e 5. Nesses níveis o OA apresenta poucas opções de números conhecidos para que o aluno descubra o valor da incógnita. Neste caso, ele passa a combinar diferentes estratégias, ao mesmo tempo, para tentar descobrir o valor da carta desconhecida.

Já a estratégia Teste do Valor Intermediário (TVI) não apresentou uma diferença significativa quando compara a sua frequência em todos os níveis do jogo.

Possivelmente, o aumento do número de participantes, em pesquisas futuras, venha mostrar uma maior evolução dessa estratégia entre os alunos.

8. Considerações Finais

As dificuldades dos alunos em álgebra estão relacionadas em parte devido à diferença entre o pensamento aritmético e o pensamento algébrico (Lins; Gimenez, 1997) e também devido à forma como a álgebra é ensinada na escola (Castro-Filho *et al.*, 2004). A análise clínica parece indicar a utilização do OA Cartas Interativas não se deu apenas por tentativa e erro. Os alunos, na maioria dos casos, estavam conscientes de que as estratégias utilizadas na resolução de problemas que envolvem incógnitas eram condizentes com o objetivo traçado no início da utilização do OA que era o de conseguir o maior percentual de acertos possíveis com o menor número de movimentos possíveis.

Durante a utilização do OA Cartas Interativas, os alunos manipularam representações icônicas e simbólicas para descobrir valores de incógnitas, trabalharam com soma e subtração de números inteiros positivos e negativos, além do conceito de igualdade e desigualdade. Estes conhecimentos lhes serão fundamentais para a resolução de equações e inequações.

A manipulação dinâmica de objetos na tela torna possível que os alunos elaborem hipóteses sobre o que está ocorrendo, e assim, possam interagir com o OA na resolução de problemas envolvendo esses conceitos. A conexão entre múltiplas representações, como a gráfica e a simbólica, permite aos alunos desenvolverem um repertório que poderão utilizar mais tarde quando necessitarem resolver problemas num nível mais simbólico.

Apesar dos resultados positivos, os dados do presente estudo compreenderam um número pequeno de alunos numa situação de entrevista clínica. A continuação desta pesquisa será a ampliação do número de participantes e o uso deste objeto de aprendizagem numa seqüência didática para a introdução de conceitos algébricos.

8. Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática** /Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998. p. 148.
- _____. INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB 2005**. Disponível na Internet em < http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/AEB1995_2005.pdf >. Acessado em 20 de jul. de 2007.
- BOYER, C. B. **História da Matemática**. Tradução Elza F. Gomide. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1996.
- CARRAHER, T. N. **O Método Clínico segundo os exames de Piaget**. São Paulo: Cortez Editora, 1989.

- CARRAHER, D.W. A aprendizagem de conceitos matemáticos com o auxílio do computador. In: ALENCAR, E. S. (org). **Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino e Aprendizagem**. São Paulo: Cortez, 1992. p. 169 – 201.
- CARRAHER, T.N.; SCHLIEMANN, A. D. Álgebra na feira? In T. N. CARRAHER; D. W. CARRAHER ; A. D. SCHLIEMANN (Org.) **Na vida dez na escola zero**. São Paulo: Cortez, 1995. p. 127 – 141.
- CASTRO-FILHO; LEITE, M.A.; FREIRE, R. S.; PASCHOAL, I.V.A. Balança Interativa: um software para o ensino da Álgebra. In: **XVI Encontro de Pesquisa Educacional das Regiões Norte e Nordeste** (EPENN), Aracaju, SE, 2003.
- CASTRO-FILHO, J. A. Objetos de Aprendizagem e sua Utilização no Ensino de Matemática. **Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática** (ENEM), Belo Horizonte, 2007.
- _____;LEITE, M. A; FREIRE, R. S.; MACEDO, L. N. O desenvolvimento de conceitos matemáticos e científicos com o auxílio de objetos de aprendizagem. In LOPES, C. R.; FERNANDES, M. A. (Org.). **Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem**. Uberlândia: EDUFU, 2007.
- DA ROCHA FALCÃO, J. T. **Psicologia da Educação Matemática** – uma introdução. Belo Horizonte: Autêntica, 2003a. (coleção tendências em educação matemática).
- LINS LESSA, M. M. **Balança de dois pratos e problemas verbais como ambientes didáticos para iniciação à álgebra**: um estudo comparativo. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1996.
- LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. São Paulo, Campinas: Papyrus, 1997.
- MACEDO, L. N.; MACEDO, A. A. M.; CASTRO-FILHO, J. A. Avaliação de um objeto de aprendizagem com Base nas Teorias Cognitivas. **Anais do XIII Workshop sobre Informática na Escola** – WIE2007. Rio de Janeiro, julho de 2007.
- NUNES, C. **Objetos de aprendizagem a serviço do professor**. Entrevista publicada no site da Microsoft®. Disponível em <http://www.microsoft.com/brasil/educacao/parceiro/objeto_texto.msp>. Ano 2005. Acesso em 30 nov. 2007.
- SALES, G. L.; OLIVEIRA, E. M; CASTRO-FILHO, J. A.; FREIRE, R. S.; MACEDO, L. N.; SIQUEIRA, D. M. B. O OA Gangorra Interativa e a Interdisciplinaridade Matemática-Física. **Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Luís – MA, 2007.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 10, n° 23, p. 133-169, 1990.
- _____; Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas um exemplo: as estruturas aditivas. **Análise Psicológica**, v. 1, p. 75-90, 1986.