

Quando objetos digitais são efetivamente para aprendizagem: o caso da matemática.

José Aires de Castro Filho¹, Raquel Santiago Freire¹, Alisandra Cavalcante Fernandes¹,
Monalisa Abreu Leite¹

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

{aires, alissandra}@virtual.ufc.br, raquelufc@gmail.com,
monalisaabreu@yahoo.com.br

Abstract. *the paper analyses features of Learning Objects (LO) which favors the acquisition of mathematical concepts, using results from two other studies conducted by the authors using an LO called Interactive Scale. In the first study, 3rd and 5th grade students were interviewed while using the LO and a two-plate scale. In the second study, the conversation between a teacher and its 7th grade students were analyzed to verify if the LO allowed for mathematical exchanges. Results of both studies show when a LO can bring advantages in the cognitive (reasoning presented by studentst) and didactical (curriculum integration) aspects.*

Resumo. *O artigo discute as características de Objetos de Aprendizagem (OA) que favorecem a aquisição de conceitos matemáticos, a partir de dois estudos realizados com Um OA chamado Balança Interativa. No primeiro estudo, foram comparadas as estratégias adotadas por alunos de 3º. e 5º. ano durante a utilização do OA e de uma balança de dois pratos. No segundo estudo, as trocas dialógicas entre professor e alunos foram analisadas para verificar se o OA propiciava discussão sobre conteúdo matemático. Os resultados de ambos os estudos mostram quando um OA pode trazer vantagens no aspecto cognitivo (raciocínio apresentado pelos alunos) e didático (inserção no currículo).*

1. Introdução

O crescimento do uso da tecnologia nas escolas tem suscitado inúmeros debates sobre sua eficácia para a aprendizagem dos alunos. Documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN [Brasil 1998] defendem sua utilização nos mais diversos níveis e áreas curriculares. Essa recomendação é endossada em políticas governamentais como o Programa Nacional de Informática Educativa (PROINFO) e a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), Um computador por aluno (UCA) dentre outras.

Diversos Autores [Fagundes et al 2005] defendem que a implantação das tecnologias deve acontecer de forma integrada e contextualizada com o currículo escolar. Entretanto, sua

utilização nas escolas ainda não é uma realidade. Uma razão é que muitos softwares são complexos de serem utilizados, requerendo um conhecimento técnico muito especializado dos professores (caso das planilhas eletrônicas). Professores levam, em geral, um tempo considerável para aprender a usar alguns dos softwares como o LOGO ou o CABRI [Confrey 1992].

Uma das soluções propostas tem sido o desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OA), recursos digitais (vídeo, animação, simulação etc) os quais permitem que professores e alunos explorem conceitos específicos em matemática, ciências, linguagem etc. Embora não haja ainda um consenso sobre sua definição, vários autores concordam que objetos de aprendizagem devam: (1) ser digitais, isto é, possam ser acessados através do computador, preferencialmente pela Internet; (2) ser pequenos, ou seja, possam ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas; (3) focalizar em um objetivo de aprendizagem único e (4) serem de fácil utilização.

A criação de objetos de aprendizagem voltada para o ensino tem crescido bastante. No Brasil, existe a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), um programa da Secretaria de Educação a Distância - SEED, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem [Nascimento; Lima et al 2007]. O projeto desenvolve módulos educativos apoiados em OA para serem integrados no currículo do ensino médio, de modo a ampliar as ferramentas de ensino-aprendizagem disponíveis para professores e alunos.

A utilização de OA não necessariamente garante uma melhoria na aprendizagem dos alunos. Muitos OA são pouco interativos, ou seja, o aluno somente acompanha um conteúdo e posteriormente realiza testes e exercícios. Esse tipo de atividade não estimula o pensamento e a reflexão sobre os conteúdos propostos. Outros OA simplesmente reproduzem atividades que podem ser feitas sem a utilização do computador, não trazendo nenhum ganho adicional. O presente artigo discute a contribuição efetiva de dois OA para o ensino da matemática com base em pesquisas realizadas com alunos do ensino fundamental e a interação de alunos com um professor de matemática. A partir dos resultados dessas pesquisas, propõem-se características desejadas em OA de modo a que eles efetivamente promovam a aprendizagem.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicialmente discutem-se estudos sobre a utilização de OA no ensino, particularmente na matemática. Em seguida, descrevem-se dois estudos com um OA chamado Balança Interativa. Na conclusão, levanta-se uma discussão sobre que características os OA devem conter para contribuir mais efetivamente para a aprendizagem de conteúdos escolares.

2. A pesquisa com OA

Atualmente há um grande número de trabalhos sobre objetos de aprendizagem. Muitos trabalhos enfocam padrões técnicos para desenvolvimento dos OA [Tarouco e Dutra 2007, Lima et al 2007]. Esses trabalhos em geral preocupam-se com questões como interoperabilidade, resusabilidade, classificação e recuperação. Outros autores abordam o desenvolvimento de OA em diversas áreas específicas do conhecimento, como matemática

ou química [Souza et al, 2007, Lucchesi et al 2007]. Muitos desses estudos preocupam-se mais com a descrição das características do OA do que em sua aplicação.

Alguns estudos abordam a aplicação de OA com estudantes de diversos níveis de ensino. Lopes e Fernandes (2007) investigaram a inserção do objeto de aprendizagem “Transbordando Conhecimento” no ensino de matemática para trabalhar o conceito de função. O objetivo da pesquisa foi integrar professores de uma escola pública durante a utilização do OA na sala de aula. Os pesquisadores puderam perceber que ao final da atividade os alunos fizeram associações da teoria com as atividades realizadas no laboratório. Os autores concluíram que os professores sentiram-se mais envolvidos com as atividades realizando um trabalho crítico durante a implementação dessas atividades.

Outros estudos também abordam a preocupação das aplicações dos OA de forma contextualizada do currículo da escola. Sobre isso, pesquisas recentes apontam para a necessidade de integração entre o professor, objetos de aprendizagem e conteúdos vistos em sala de aula [Fernandes et al 2008]. No caso da Matemática, diversos estudos têm investigado a aprendizagem de conceitos matemáticos com o auxílio de ferramentas interativas [Carragher 1992, Castro-Filho et al 2005]. Tais pesquisas apontam que o uso de softwares educativos permite a ligação entre múltiplas representações de um conceito, ampliando o repertório de compreensão dos alunos [Gomes et al 2003].

Nos últimos anos, o Grupo de Pesquisa e Produção em Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA¹) tem desenvolvido objetos de aprendizagem e realizado pesquisas sobre sua utilização na escola e a compreensão de conceitos matemáticos. Duas questões que direcionam os trabalhos do grupo são: 1) que vantagens um OA apresenta em relação ao uso de materiais tradicionais; 2) de que forma um OA ajuda efetivamente na compreensão dos conteúdos. A próxima seção descreve dois estudos realizados que permitem aprofundar essas questões.

3. Estudos sobre a aprendizagem de conceitos matemáticos com suporte de OA

A seguir, descrevem-se dois estudos acerca da implementação de OA em currículo escolar. Ambos utilizaram uma abordagem qualitativa. Para Lüdke (1986), esse tipo de estudo é rico em descrições de situações e acontecimentos. Além disso, o interesse do pesquisador, ao estudar algum problema, é verificar como ele se manifesta nas atividades, procedimentos e interações cotidianas.

Outra razão muito importante na escolha do tipo da pesquisa é o fato de que a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos e se preocupa bem mais com o processo do que com o produto durante as análises dos dados.

Os dois estudos utilizaram o OA Balança Interativa. Este OA trabalha com conceitos algébricos como equação, inequação e incógnita. O OA será descrito em detalhes na próxima seção.

¹ www.proativa.virtual.ufc.br

3.1 O OA Balança Interativa

O OA Balança Interativa (figura 1) 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. Na tela do programa temos uma representação da balança e pesos conhecidos (pesos com números) e desconhecidos (pesos com letras). O usuário deverá utilizar o objeto comparar pesos conhecidos e desconhecidos, podendo encontrar seus valores através igualdade ou desigualdade na balança. A igualdade é observada quando o somatório dos pesos nos dois pratos é o mesmo.

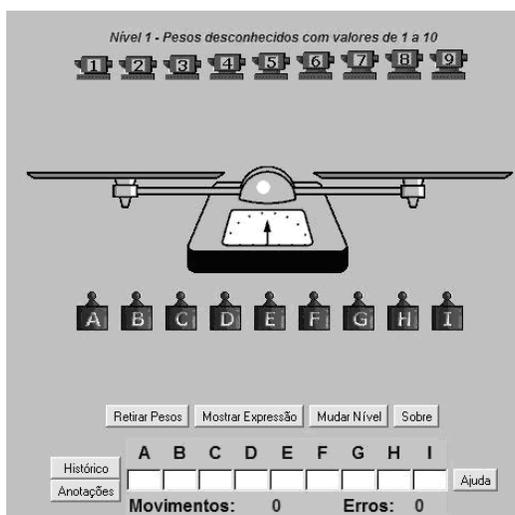


Figura 1. Tela inicial do Balança Interativa

O primeiro estudo comparou as estratégias desenvolvidas por alunos do ensino fundamental durante o uso do OA Balança Interativa com as estratégias utilizadas ao resolver situações-problema com uma balança concreta de dois pratos. Já o segundo estudo analisou os diálogos entre um professor de Matemática e seus alunos durante a utilização do OA. Os estudos são descritos nas seções 3.2 e 3.3

3.2 Estudo I – comparação entre OA e manipulativos.

Fizeram parte desse estudo, quatro alunos do 3º. ano e quatro alunos do 5º. ano do ensino fundamental de uma escola pública de Fortaleza. Esses alunos tinham idades entre oito e dez anos e participaram de entrevistas individuais baseadas no método clínico piagetiano [Carragher 1989].

Além do OA, os alunos também utilizaram uma balança de dois pratos (figura 2) e diversos pesos conhecidos (50g, 100g, 200g, 500g, 1 kg e 2kg) e pesos desconhecidos representados por objetos tais como garrafas, vidros e saquinhos.



Figura 2 – Balança de dois pratos

Na resolução dos problemas com a balança de dois pratos, foram identificadas três estratégias (análise do intervalo, subtrativa e estimativa). A estratégia de análise do intervalo acontecia quando o estudante analisava o intervalo dentro dos valores possíveis. Por exemplo, se um peso desconhecido pesava entre 100 e 300 gramas. A estratégia subtrativa era utilizada quando o aluno utilizava um peso conhecido no mesmo prato de peso desconhecido para fazer relação com o peso do outro lado da balança. A estratégia de estimativa era utilizada quando o aluno procurava estimar seu valor através de seu peso. Vale acrescentar que a estimativa era sempre utilizada concomitantemente com as outras duas estratégias. Na resolução usando o OA, foram identificadas seis estratégias (análise do intervalo, busca pela metade, intercala pesos, eliminação dos pesos já registrados, seqüência de pesos e valores extremos)².

Ao comparar o uso do OA Balança interativa com a situação da balança de dois pratos, verificou-se que o número de estratégias utilizadas durante a resolução do OA foi maior do que na utilização da balança concreta. Também se observou que todas as estratégias utilizadas na balança concreta envolviam uma estimativa, o que não foi observado nas estratégias encontradas no uso do OA. Isso acontece porque na balança de dois pratos o aluno pode estimar o peso com a mão, enquanto no computador, tal estimativa não é possível. Dessa forma, o raciocínio utilizado no OA está mais próximo do algébrico, ao passo que estimar valores está mais próximo de um raciocínio aritmético.

Outro resultado do estudo é a identificação do raciocínio algébrico em séries iniciais do ensino fundamental. Pode-se dizer que o contexto e as características do OA favoreceram o surgimento de formas de raciocínio próximas do pensamento algébrico, pois trabalham com incógnitas, equações, inequações e comparações entre pesos desconhecidos. Durante as atividades do OA percebe-se a construção de um pensamento abstrato e o entendimento das noções algébricas. A atividade no OA não pode ser resolvida através de estimativas, levando o aluno a criar novas estratégias de resolução. O estudo seguinte verificou como essa OA pode ser usado por professores e alunos.

² Por questões de espaço, tais estratégias não serão descritas. Uma descrição completa dessas estratégias é encontrada em Freire (2006) e Freire e Castro-Filho (2007).

3.2 Estudo II – diálogos professor x alunos durante a utilização do OA.

Leite (2006) e Leite e Castro-Filho (2006), investigaram a mediação do professor durante a utilização do OA com alunos do 8º ano³ de uma escola pública de fortaleza, CE. O foco principal do estudo foi como as trocas dialógicas entre professores e alunos influenciam na aprendizagem de conceitos matemáticos ao utilizar o OA Balança Interativa.

Durante a pesquisa, registraram-se as trocas conversacionais entre o professor e 4 duplas de alunos na resolução de situações-problema apresentadas no software. Os diálogos foram classificados nas seguintes categorias:

Diálogos diretamente relacionados com o conteúdo – diálogos em que o professor e o aluno discutiam aspectos ligados à resolução de equações e inequações, relação entre a representação concreta (balança) e a algébrica.

Diálogos indiretamente relacionados com o conteúdo – quando o professor pedia para os alunos explicitarem suas estratégias de resolução ou intervinha com pistas para auxiliar na resolução dos problemas.

Diálogos sem relação com o conteúdo – quando a conversa não tinha nenhuma relação com o conteúdo algébrico, enfatizando apenas a operação do OA.

O gráfico 1 mostra a frequência dos diálogos encontrados. Verifica-se que há uma preponderância de diálogos diretamente relacionados ao conteúdo, seguido pelos diálogos pouco relacionados. A categoria diálogos não relacionados somente apareceu uma vez.

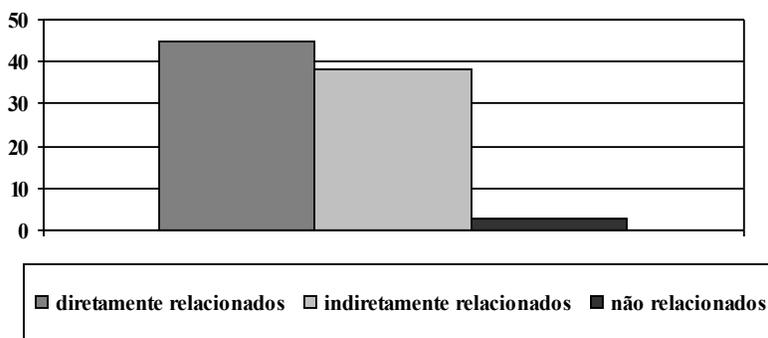


Gráfico 1 – frequência dos diálogos professor x alunos.

Tais dados indicam que um OA, como o Balança Interativa, pode propiciar situações em que a mediação do professor seja focada nos aspectos de conteúdo e não em aspectos técnicos como orientação para utilização do programa. Isso só foi possível no estudo devido as características do OA e também por se ter um professor de matemática que conhecia o conteúdo e a tecnologia utilizada.

Além dos diálogos encontrados, as estratégias de resolução durante as atividades no OA aproximam-se de estratégias que favorecem a construção do pensamento abstrato e conceitos algébricos.

³ Antiga 7ª série.

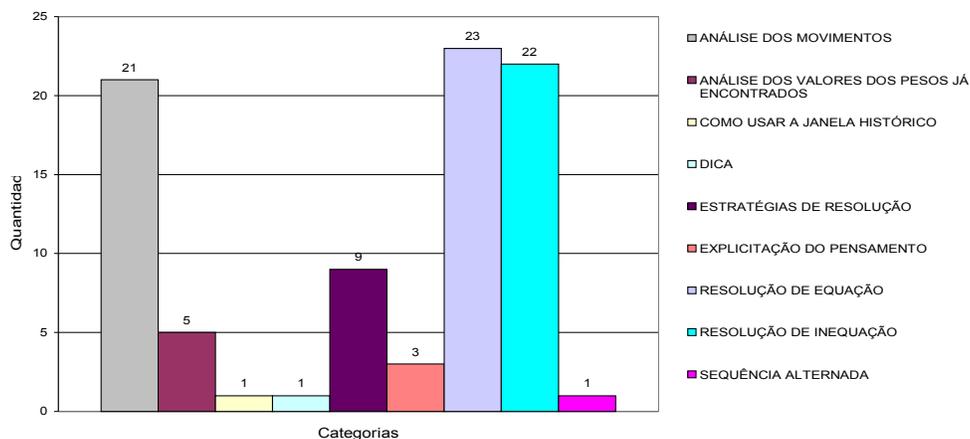


Gráfico 2 – estratégias de resolução.

O gráfico 2 nos mostra que os estudantes resolvem as situações proposta pelo OA utilizando estratégias que são ligadas ao pensamento abstrato e ao conceito algébrico. Durante a atividade, os alunos elaboraram diferentes formas de resolução para solucionar problemas de equação e inequação.

Os resultados obtidos nessa pesquisa indicam que a intervenção do professor e a ajuda mútua entre os alunos os levam a uma melhor compreensão dos conceitos. Bettio e Martins (2001) ressaltam a importância da presença do *feedback* em objetos de aprendizagem. O OA Balança Interativa possibilita a visualização da expressão algébrica (equação ou inequação) correspondente à manipulação dos pesos. Além disso, essas expressões são armazenadas pelo programa, podendo ser visualizadas através do botão histórico. Esse recurso foi bastante utilizado pelo professor, ao conversar com os alunos sobre as estratégias de resolução utilizadas bem como para questionar sobre valores encontrados.

Ambos os estudos em conjunto mostram quando um OA pode trazer vantagens no aspecto cognitivo (raciocínio apresentado pelos alunos) e didático (inserção no currículo). Os estudos retratam a importância da utilização dos OA em situações de aprendizagem e como eles podem favorecer nas atividades de ensino, interação e aquisição de conhecimento. Outras considerações são dispostas na conclusão do trabalho.

4. Conclusão

Os trabalhos descritos permitem levantar alguns aspectos desejados no desenvolvimento e utilização de OA, particularmente para o ensino de matemática. A primeira é que os OA devem possibilitar ganhos em relação a materiais manipulativos ou tradicionais (como lápis, papel, quadro etc.). Somente o seu uso não é garantia de que haverá uma aprendizagem por parte do aluno, se o mesmo não criar oportunidades para que os alunos reflitam sobre o conceito matemático subjacente.

No caso do OA Balança Interativa, uma vantagem é a possibilidade de conexões entre diferentes formas de representação de conceitos, seja representações mais intuitivas (como a

ação física ou a linguagem verbal) ou outras mais abstratas como as equações matemáticas. O estabelecimento de conexões entre múltiplas formas de representações tem sido apontado como fator de auxílio no desenvolvimento de conceitos matemáticos [Confrey, 1992]. Outro aspecto a ser considerado em objetos de aprendizagem é a possibilidade de conexões tanto com o conhecimento matemático como com situações do mundo real.

Alguns autores defendem que os OA motivam os alunos. Entretanto, os aspectos motivacionais de um OA não devem se restringir ao mero uso da tecnologia ou a presença de cores, sons ou jogos no OA. Tais elementos são importantes, mas o crucial é que o OA apresente uma situação-problema que seja desafiadora para os alunos e os instiguem a desenvolver hipóteses para resolvê-la. O OA apresentados nesse artigo não possuem grandes atrativos visuais e sonoros. No entanto, as situações propostas como descobrir valores desconhecidos permitem que os alunos se engajem de forma efetiva na atividade ligada ao pensamento matemático.

Outra característica desejada em OA é a possibilidade de registrar o trabalho desenvolvido pelos alunos, como o histórico presente no Balança Interativa. O professor pode posteriormente utilizar esses dados tanto para a avaliação dos alunos quanto para discussão das estratégias utilizadas.

Usamos aqui o caso da matemática para deixar mais claro o argumento, mas as características acima citadas devem são desejáveis em qualquer área de conhecimento. OA em ciências, por exemplo, devem permitir experimentação pelos alunos e visualização dos conhecimentos em diversos formatos (vídeos, gráficos) se possível com manipulação desses elementos. Em linguagem, seria desejado que os alunos pudessem produzir textos ou manipular elementos textuais de maneira dinâmica.

Um aspecto a ser considerado é a utilização de OA pelos professores. Os objetos de aprendizagem devem ser usados para facilitar o uso da tecnologia por professores e alunos. Entretanto, a facilidade deve se restringir aos aspectos técnicos de manipulação do OA e não a perda de complexidade do conteúdo. Um bom OA deve criar situações interessantes para os alunos, mas que permitam uma reflexão sobre conceitos fundamentais na área em que se está trabalhando.

Um último aspecto a ser considerado é o planejamento da aula com o OA. Não é suficiente colocar os alunos para usar o objeto, sem acompanhamento do professor especialista do conteúdo. Além disso, o professor deve ter explorado o OA anteriormente para adequar o seu uso com outras discussões realizadas em sala de aula. O conhecimento prévio do OA permite que o professor antecipe questões ou dificuldades com o conteúdo que os alunos poderão apresentar.

Espera-se ainda que esse trabalho favoreça a literatura contribuindo com as discussões sobre a utilização de OA como suporte efetivo para a aprendizagem de conteúdos escolares. Mais estudos ainda são necessários para investigar o uso de OA em outras áreas do conhecimento, particularmente no que diz respeito à formação de professores e ao trabalho com OA na escola.

5. Referências

- Bettio, R. W., Martins, A. (2001) “Objetos de Aprendizado: Um novo modelo direcionado ao Ensino a Distância.” Disponível na URL: <http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto42.htm>
- Brasil. (1998). “Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática - ensino de quinta à oitava série.” Brasília: MEC/SEF.
- Carraher, D. (1992) “A Aprendizagem de conceitos matemáticos com auxílio do computador.” IN: Novas contribuições da Psicologia aos processos de ensino e aprendizagem. ALENCAR, Eunice M.S Soreano de Alencar (organizadora). São Paulo: Cortez.
- Carraher, T. N. (1989). “O Método Clínico: usando os Exames Piaget.” São Paulo: Cortez Editora.
- Castro-Filho, J.A. ; Macêdo, L.N; Freire, R. S. & Leite, M.A. (2005) “Cartas Interativas: Desenvolvendo o pensamento algébrico mediado por um software educativo.” XXI Workshop de Informática na Escola (WIE). Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo, RS.
- Confrey, J. (1992) “Using computers to promote students' inventions on the function concept.” In S. Malcom, L. Roberts, & K. Sheingold (eds.). The year in school science 1991. (pp. 141-174). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Fagundes, Lea; Basso, Marcus; Nevado, Rosane; Bitencourt, Juliano; Menezes, Crediné. AMADIS. (2005). Um Ambiente Virtual para apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem. SBIE2005, Juiz de Fora – MG.
- Fernandes, A. F.; Freire, R. S; Lima, L. L. V., Castro-Filho, J. A. (2008). “Implementação e Observação de Práticas Pedagógicas com o uso de Objetos de Aprendizagem na Escola.” Workshop sobre Informática na Escola, 2008, Belém – PA. Proceedings of XXVIII Congresso da SBC.
- Freire, R. S. & Castro-Filho, J.A. (2006). “Desenvolvendo conceitos algébricos no ensino fundamental com o auxílio de um Objeto de Aprendizagem.” XXII Workshop de Informática na Escola (WIE). Anais do XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campo Grande, MS.
- Freire, R. S. (2007). “Objetos de Aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento algébrico no ensino fundamental.” Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará: UFC.
- Gomes, A. S.; Tedesco, P. & Castro-Filho, J. A. (2003). “Ambientes de aprendizagem em matemática e ciências.” Em RAMOS, E. M. F (org.). Informática na Escola: um olhar multidisciplinar. Fortaleza: Editora UFC.

- Leite, M. A. & Castro-Filho, J. A. (2006). "Aprendizagem de conceitos matemáticos e interação entre pares durante o uso de um objeto de aprendizagem." XXII Workshop de Informática na Escola (WIE). Anais do XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campo Grande, MS.
- Leite, M. A. Processos de mediação de conceitos algébricos durante o uso de um objeto de aprendizagem. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, 2006.
- Lima, I. S. L.; Carvalho, H. A. DE; Schünzen Junior, K. ; Schlünzen, E. T. M. (2007). "Criando Interfaces para Objetos de Aprendizagem." Em Prata, C.L. Nascimento, A.C.A. (orgs). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, p. 39-48.
- Fernandes, M.; LOPES, C. R.; SOUZA JUNIOR, A.J.; SILVA, R. M. G. "Construção de objetos de aprendizagem: fundamentos de uma proposta". In: Márcia Aparecida Fernandes; Carlos Roberto Lopes; Rejane Maria Ghisolfi Silva; Arlindo José de Souza Júnior. (Org.). Informática na ducação: elaboração de objetos de aprendizagem. Uberlândia: EDUFU, 2007.
- Lucchesi, E.; Lima, C.; Aguiar, P; Teixeira, V. (2007). "Construindo objetos de aprendizagem e pensando em geometria." Em Prata, C.L. e Nascimento, C.A. (orgs). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, p. 71-80.
- Lüdke, Marli e André, Marli E. D. A. (1986). "Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas." São Paulo: EPU.
- Nascimento, A.C.A. Prata, C.L. (2007). "Objetos de aprendizagem: Uma proposta de recurso pedagógico." Brasília: MEC, p. 135 - 145.
- Souza, A. R.; Yonezawa, M.; Silva, P.M. (2007) "Desenvolvimento de habilidades em tecnologia da informação e comunicação (TIC)." Em Prata, C.L. e Nascimento, A.C.A. (orgs). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, p. 49-59.
- Tarouco, E e Dutra, R. (2007). Padrões e interoperabilidade. Em Prata, C.L. e Nascimento, A.C.A. (orgs). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED, p. 81-92.