

POSSIBILIDADES E DIFICULDADES DA INCORPORAÇÃO DO USO DE SOFTWARES NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA. UM ESTUDO DE UM CASO: O SOFTWARE APLUSIX

Marilena Bittar
Departamento de Matemática – PPGEdu – UFMS

Resumo

Discutimos nesse texto, algumas possibilidades do uso da informática na Educação Matemática, isso tanto do ponto de vista da aprendizagem, quanto do ponto de vista da prática pedagógica dos professores de Matemática. Para tanto, relatamos resultados de duas pesquisas realizadas em Campo Grande/MS, com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental, usando o software *Aplusix*. Apontamos, ao longo do texto, algumas sugestões e perspectivas para uma integração significativa da informática na Educação Matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática – Aplusix – Aprendizagem

Abstract

We discuss in this paper, some possibilities of the use of computer science in the Mathematical Education, this in such a way of the point of view of the learning, how much of the practical point of view of the pedagogical one of the professors of Mathematics. For this, we tell resulted of two research carried through in Campo Grande/MS, with pupils of 8ª série of Ensino Fundamental (14-15 years old), using *Aplusix* software. We point, in this article, some suggestions and perspectives with respect to a significant integration of computer science in the Mathematical Education.

Keywords: Mathematical Education – Aplusix – learning

Introdução

Várias pesquisas têm evidenciado as contribuições do uso de softwares para a aprendizagem da Matemática. A utilização adequada de um software pode permitir uma melhor compreensão do funcionamento cognitivo do aluno, favorecendo a individualização da aprendizagem e desenvolvendo a autonomia

do estudante, o que é fundamental para que a aprendizagem seja significativa. Porém, se por um lado, há comprovação de resultados importantes alcançados com o uso de um software de Matemática, por outro, pesquisas mostram que os professores dos diversos níveis de escolaridade não têm efetivamente integrado a tecnologia em suas aulas. Isso acontece inclusive nos cursos de formação de professores, conforme relatam algumas pesquisas. Nessa perspectiva, pretende-se discutir, nesse texto, algumas possibilidades de uso desse instrumento, tanto do ponto de vista da aprendizagem, quanto do ponto de vista da prática pedagógica dos professores de Matemática. Nossos estudos mostram que o uso da tecnologia é deficiente nos cursos de formação inicial de professores e, que nos cursos de formação continuada, essa discussão tem sido insuficiente para uma integração que venha a contribuir com o progresso da aprendizagem do aluno. Nesse sentido, apontamos, ao longo do texto, algumas sugestões e perspectivas para uma integração significativa da informática na Educação Matemática.

Será apresentado o software *Aplusix*, procurando evidenciar suas principais contribuições para a aprendizagem matemática, discutindo dificuldades e possibilidades de uso com professores. Apresentamos resultados de uma pesquisa realizada em Campo Grande/MS, com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental.

A integração da tecnologia nas aulas de Matemática

Atualmente, muitas escolas, públicas e privadas, dos Ensinos Fundamental e Médio têm sido equipadas com laboratórios de informática e têm feito uso de tecnologia com seus alunos. Porém, o que temos visto, muitas vezes, são aulas sem ligação específica com o conteúdo das disciplinas e sem aproveitamento do que a informática pode trazer como benefício para o processo de aprendizagem do aluno. Em (Bittar, 2000) relatamos resultados de uma pesquisa desenvolvida com professores do Ensino Fundamental das diversas disciplinas, em que foi possível constatar que mesmo se a maioria dos professores entrevistados afirma fazer uso da informática com seus alunos, esse uso é superficial ou desvinculado do processo de construção da aprendizagem. De fato, quando questionados sobre o material que utilizam ou trabalho que desenvolvem, responderam com



frases evasivas como: “não sei, não me lembro”, ou seja, não souberam descrever o material utilizado e, nem mesmo, que tipo de atividade/conteúdo a informática é utilizada. A análise dos dados obtidos nessa pesquisa evidenciou a falta de preparo dos professores para o uso da informática com os alunos.

Inserir um novo instrumento em sala de aula implica em mudanças pedagógicas, mudanças do ponto de vista da visão de ensino, que devem ser estudadas e consideradas pelos professores. Algumas questões podem nortear o trabalho do professor: Como preparar uma aula utilizando esse novo recurso? Como inserir efetiva e criticamente o computador no processo de ensino e aprendizagem? Que mudanças pedagógicas ocorrem quando se introduz a Informática na Educação? Que aspectos devem ser considerados no momento de escolher o material a ser utilizado? Um software deve ser escolhido em função dos objetivos do professor, e não o contrário. Muitos professores nos perguntam: Qual o melhor software para a aprendizagem da Geometria na quinta série, por exemplo? Esse *melhor* software não existe, pois tudo dependerá das atividades realizadas com o material escolhido. Um software, considerado *a priori* bom pelas possibilidades que oferece, pode ser usado de forma a não contribuir com a construção do conhecimento. A escolha crítica de um material a ser utilizado com os alunos não pode ser feita separada da discussão sobre os objetivos da disciplina, as escolhas do professor e as crenças que esse têm acerca de como o aluno aprende. Além disso, como esperar que o professor adote uma postura que não viu ser adotada por seus próprios professores visto que os centros formadores de professores têm demonstrado estar distante da realidade dos professores da Educação Básica? Brandão (2005) mostrou que apenas 4,9% dos professores dos cursos de licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul utilizam o laboratório de informática com seus alunos. Esses dados incluem tanto as disciplinas de Matemática quanto as disciplinas de Prática de Ensino. Oras, como exigir então que o licenciando saia apto a utilizar a tecnologia com seus próprios alunos uma vez que ele mesmo desconhece ou pouco conhece sobre o uso de software para a aprendizagem matemática? Temos, muitas vezes, situações paradoxais, pois os alunos de licenciatura passam por todo seu curso sem terem estudado auxiliado pela informática, apesar de que isso poderia ter contribuído com sua aprendizagem. O paradoxo aparece ao final do



seu curso, quando ele deverá compreender que é importante usar tecnologia com seu aluno, pois essa contribui com a aprendizagem matemática. Nos parece que esse é um dos desafios a serem vencidos pela formação de professores.

A seguir, estudaremos o software *Aplusix* procurando evidenciar algumas das questões acima levantadas, objetivando, ao final levantar alguns elementos de perspectivas.

Informática Constituindo um Meio para a Aprendizagem.

A Matemática é uma área privilegiada no que diz respeito à riqueza de softwares. De fato, vários são os materiais, gratuitos ou não, que podem contribuir com a elaboração de situações didáticas significativas para o aluno. Dentre esses softwares podemos citar: *Aplusix*, *Cabri-Géomètre*, *Graphequation*, *Graphmatica* e *SLogo*, com os quais temos desenvolvido vários trabalhos de formação inicial e continuada com professores. Nesse texto, vamos apresentar somente o primeiro, procurando analisá-lo de acordo com as atividades que podem ser propostas, segundo a teoria construtivista da aprendizagem.

A perspectiva construtivista da aprendizagem considera que o aluno aprende se adaptando a “um meio que é produtor de contradições, de dificuldades, de desequilíbrios, um pouco como o faz a sociedade humana. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, se manifesta por meio de respostas novas que são a prova da aprendizagem” (Brousseau, 1986, p. 48). A construção do conhecimento é o resultado da interação do sujeito com um *meio*, que deve ser organizado pelo professor a partir de escolhas judiciosas de problemas, dos tipos de ações possíveis do aluno sobre esse *meio*, e os tipos de retroações que o *meio* oferece. Os ambientes informatizados podem constituir, sob certas condições, um *meio* para a aprendizagem no sentido descrito acima (Laborde C. Capponi B., 1994). Isso depende dos tipos de ações e retroações que ele oferece para a resolução do problema. Além disso, esses ambientes podem ser considerados como ambientes de experimentações: “Como em toda situação, as retroações do meio podem ser solicitadas pelo sujeito que decide se dedicar a certas ações cuja sansão pelo meio fornecerá elementos de informação sobre sua produção. Trata-se, de certo modo, de uma *experimentação dentro do modelo* fornecido pelo ambiente informatizado” (Laborde C. e Capponi B. 1994, p. 177).



Nessa perspectiva propomos, a seguir, estudar o caso do software *Aplusix*, apresentando ainda relatos de uso desse material em cursos de formação inicial e/ou continuada de professores de Matemática bem como resultados de pesquisa desenvolvida com esses softwares.

O Software Aplusix e a Aprendizagem da Álgebra

Diversas pesquisas sobre o ensino da álgebra mostram que os alunos têm dificuldades na manipulação de expressões algébricas, e que inclusive eles utilizam muitas vezes regras erradas quando resolvem um problema, tal como $(x + y)^2 = x^2 + y^2$. O ambiente papel e lápis não oferece ao aluno nenhuma retroação que lhe permita validar seu trabalho. De fato, o aluno necessita sempre da presença do professor para ter certeza se seu trabalho está ou não correto. O *Aplusix* tem, como uma de suas funcionalidades, a possibilidade de oferecer ao aluno um meio de validação de seu trabalho.

Aplusix (Nicaud et al., 2004; <http://aplustix.imag.fr>) é um micromundo (Bellemain, 2003) de álgebra destinado à realização de cálculos algébricos. O aluno efetua os cálculos que deseja e o sistema indica se eles estão ou não corretos. Na figura 1, a primeira passagem realizada pelo aluno está correta, porém a segunda tem algum erro, indicado pela não equivalência entre as etapas. Caberá ao aluno identificar e corrigir o erro.

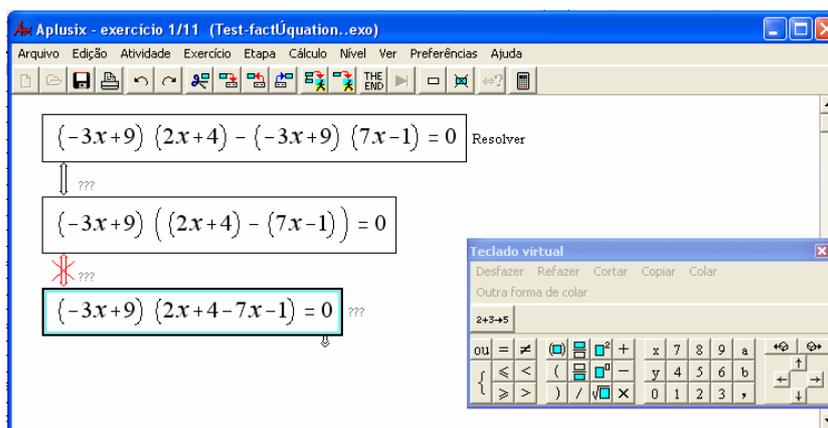


Figura 1 – Tela *Aplusix*

O *Aplusix* tem um *Mapa de Testes*, figura 2, em que constam famílias de exercícios gerados automaticamente. Cada vez que o usuário pede uma lista de exercícios de uma determinada família, uma lista de, aproximadamente, 12

exercícios é gerada. Nesse momento o aluno pode ter retroações do software durante sua resolução. É possível também fazer uma lista de exercícios sem nenhum tipo de retroação do software (modo teste) o que serve para sua autoavaliação. Ao final do teste o usuário tem sua pontuação e a possibilidade de rever seu teste, corrigindo o que errou. Essa funcionalidade do software foi fator decisivo para as experimentações que relataremos a seguir.

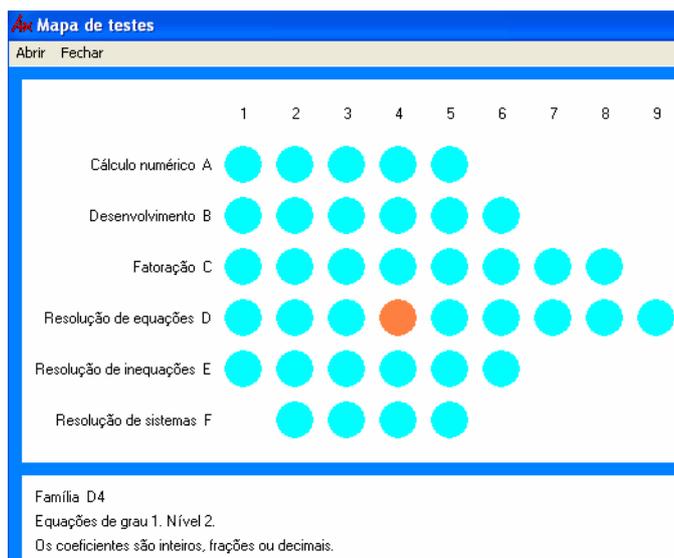


Figura 2 – Mapa de Testes

Análise de duas pesquisas realizadas em Campo Grande

Em março e abril de 2004, no quadro de um projeto de cooperação Capes-Cofecub entre o Brasil e a França foi organizada uma pesquisa com o uso do *Aplusix* com aproximadamente 2400 alunos de 8ª série de todas as escolas municipais de Campo Grande/MS. Essa primeira experimentação consistiu basicamente de um teste sobre equação e inequação do primeiro grau, e tinha por objetivo estudar dificuldades dos alunos na resolução de problemas desse campo da álgebra elementar. Os exercícios propostos, relativos a equações, eram do tipo $x + 5 = 3$ ou ainda $-5(2x + 1) = -2(2x + 3)$. Ou seja, equações do primeiro grau com coeficientes inteiros; analogamente para inequações.

O desenvolvimento da experimentação consistiu basicamente de 4 fases: familiarização, de 20 minutos, contendo exercícios gerais com conteúdos de álgebra elementar; teste 1, de 30 minutos, continha um teste sobre equações; teste 2, de 20 minutos tinha um segundo teste sobre inequações do primeiro grau.

Finalmente, a última fase, de 30 minutos, consistia de exercícios livres para o aluno resolver usando as retroações permitidas pelo software.

Todos os exercícios resolvidos pelos alunos foram analisados, de forma automática, pelo software *Anais* que, além de uma estatística geral dos dados, forneceu erros e dificuldades dos alunos. A análise dos resultados mostrou, entre outros, que o índice de acerto foi excessivamente baixo, apesar de se tratar de um conteúdo visto e tratado desde a 6ª série. De fato, a equação $x + 3 = -8$, que poderíamos classificar como de baixo nível de dificuldade, teve, em média, acerto igual a 16%.

A partir da análise dos dados obtidos nessa pesquisa decidimos realizar uma experimentação mais longa, durante o segundo semestre de 2004, com duas ou três sessões mensais, nos moldes de uma engenharia didática (Artigue, 1990), com duas classes de 8ª série, usando *Aplusix*. A escolha desse software se deu pelo fato de que as listas geradas automaticamente tratavam o tipo de exercícios que nos interessava e, além disso, o tipo de retroação que o software oferece ao aluno daria maior liberdade ao professor que teria a responsabilidade somente de gerenciar a classe, tirando dúvidas quando necessário. A experimentação foi realizada pela professora da disciplina, dentro de seu horário de aula, da forma como ela achava que deveria fazê-lo. Nossa intenção era avaliar como essa professora integraria o software em sua prática e que dificuldades deveriam ser rompidas por ela. Nós acompanhamos, por meio de relatórios e entrevistas, o desenvolvimento das sessões. A professora preencheu uma ficha ao longo de todas as sessões, indicando a data e a duração da sessão e a família de exercícios que cada aluno estava ao final da sessão.

Foi decidido que os alunos começariam na família D1, primeiro nível de equações, fariam algumas listas de exercícios e decidiriam quando fazer um teste. Em seguida, caberia a eles decidirem se iriam para a família seguinte de exercícios ou se continuariam na mesma família até melhorarem a pontuação obtida. A tabela 1 mostra exercícios típicos das seis primeiras famílias.



Família	Um exercício	Outro exercício
1	$6x = 30$	$-5x = 9$
2	$\frac{1}{2} = \frac{1}{3}x$	$\frac{5x}{3} = 2$
3	$-x - 7x - 1 = -8x - 4x + 1$	$-(x - 8) = 2(7x - 7)$
4	$\frac{3}{4}x + \frac{1}{8} = -\frac{1}{8}x - \frac{7}{16}$	$10(0,2x + 4) = 6$
5	$\frac{5}{2}(3x - 8) = \frac{9}{2}x + \frac{5}{2}(-4x + 9)$	$-4(-8x + 8) - 3(-7x - 4) + 5 = -7(6x - 8) - 5(6x - 7)$
6	$\sqrt{3}x + 5x = \sqrt{3} - 4x$	$\sqrt{4}(-2x + 6) = -2(\sqrt{4}x + 7)$

Tabela 1. Exercícios típicos das 6 primeiras famílias.

O objetivo da experimentação, relativamente à aprendizagem dos alunos, era também de dar autonomia aos alunos tornando-os co-responsáveis por sua aprendizagem. Quando resolviam uma lista de exercícios tinham ajuda do software quanto à validade dos passos desenvolvidos, obtendo assim feedback imediato sobre seu trabalho. É importante ressaltar que em um trabalho em sala de aula, muito dificilmente o professor consegue acompanhar o trabalho individual de cada aluno o tempo todo. Em geral, o aluno deve acompanhar uma correção no quadro negro e identificar seu erro. Muito freqüentemente um aluno chama o professor, pois não consegue identificar, apesar da correção, onde está seu erro. Além disso, a correção é feita sobre a produção do professor e não sobre a produção do aluno que, muitas vezes difere da do professor.

Quando o aluno resolvia fazer um teste para avaliar seu trabalho, ele tinha, imediatamente, ao final do mesmo sua pontuação e podia ver o que havia errado inclusive tendo, nesse momento, o direito de corrigir o que errou ganhando as retroações do software. Essa funcionalidade do *Aplusix* foi muito apreciada pelos alunos, pois, como afirmaram vários alunos ao serem entrevistados: “a gente não precisa esperar para saber como se saiu no teste e pode fazer isso sozinho”. A partir das retroações do software eles tentavam compreender o que não estava correto em suas resoluções somente chamando o professor quando não conseguiam superar essas dificuldades.

Resultados obtidos

O nível de autonomia dos alunos cresceu a cada sessão. Cada estudante trabalhou de acordo com seu nível, o que é muito diferente de uma situação em



sala de aula com papel e lápis, pois nesse caso o professor prepara um trabalho (lista, por exemplo) para toda a classe, uma vez que dificilmente conseguirá elaborar listas diferentes para atender as necessidades especiais de cada aluno. O que se observa nesses casos é que os alunos mais avançados perdem o interesse e aqueles com maiores dificuldades não conseguem acompanhar a média da turma. O que pretendemos com essa proposta foi analisar, junto com a professora, se esse software realmente favoreceria um trabalho que respeitasse as diferentes posições de cada sujeito relativamente ao saber. A análise das realizações das sessões permitiu observar justamente a presença dessa variável no trabalho proposto. Alguns alunos trabalharam mais de uma família em uma mesma sessão e outros ficaram mais de uma sessão em uma mesma família. Isso se deu em virtude dos resultados obtidos por eles nos testes. Vale lembrar que eles decidiam quando mudar ou não de família.

Do total de 60 alunos, 54 participaram de pelo menos 5 sessões, de 1 ou 2 horas, e como eles escolheram o momento de mudar de família de exercícios, eles atingiram diferentes famílias ao longo das sessões, tendo assim diferentes progressões. A tabela 2 mostra essas progressões: a maioria dos estudantes (34) atingiu as famílias 3 ou 4. Isso significa que em uma situação usual todos os alunos ficariam retidos nessas famílias, porém observamos isso não ocorrendo tendo 19 alunos nas famílias 5 ou 6, ou seja, que tiveram outro tipo de progressão.

Horas trabalhadas	5			6				7					8					9				
	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	3	4	5	6	
Famílias atingidas																						
Nº de estudantes que atingiram essas famílias	1	1	1	1	1	3	5	1	3	2	1	2	1	5	2	5	1	8	6	2	2	

Tabela 2. Distribuição de alunos em relação ao número total de horas trabalhadas e às famílias de exercícios atingidas.

Outro fator importante a ser observado é a postura dos alunos diante do resultado obtido por eles nos testes. Apesar de ter sido definido que os testes serviriam somente para autoavaliação e que a professora não levaria em



consideração os resultados obtidos para a avaliação da disciplina, os alunos queriam ter sempre uma pontuação bem próxima da máxima. Quando isso não acontecia, eles analisavam seus erros e tentavam novo teste para ver se tinham uma pontuação melhor. Essa postura foi bastante marcante e diferente de uma situação usual. Em geral, um aluno que tira nota 8 está satisfeito, porém nessa pesquisa, mesmo essa nota sendo somente para seu controle pessoal ele queria atingir o máximo o que lhe motivou a procurar descobrir e sanar seus erros, fator esse fundamental como provocador de aprendizagem.

A função do professor nesse experimento foi principalmente de oferecer ajuda em momentos precisos. Essa ajuda foi feita de modo individual ou coletiva quando alguma questão era levantada por mais de um aluno e que ela considerava importante discuti-la com todo o grupo de alunos. Durante a avaliação da experimentação, a professora afirmou que a forma de trabalho desenvolvida no laboratório deu-lhe mais tempo para dedicar a alunos em dificuldades. Isso se deve ao fato de que com a retroação do software pequenas dúvidas eram resolvidas sem a presença da professora no que diz respeito à maioria dos alunos. Somente aqueles em sérias dificuldades demandavam maior atenção. Por outro lado, o *Mapa de Testes* permitiu que cada aluno avançasse de acordo com suas dificuldades sem que fosse preciso que a professora preparasse exercícios adaptados a cada aluno. Essa foi outra vantagem relatada pela professora. Se levarmos em consideração a excessiva carga horária de nosso professorado, um instrumento que possa ajudar em seu trabalho cotidiano e ao mesmo tempo respeite a individualidade de cada aluno será muito bem vindo.

No final da experimentação, realizamos um teste com os estudantes e os resultados foram comparados aos obtidos no teste de março e abril de 2004. Foi observada uma evolução significativa individual dos estudantes. Entretanto, algumas dificuldades ainda foram detectadas o que indica que o número de sessões não foi suficiente para permitir que todos os alunos avançassem significativamente em todas as famílias de exercícios sobre equações.

Uma importante observação a ser feita e que consideramos um dos pontos a serem novamente pesquisados é o grau de autonomia que o professor adquire com esse tipo de material relativamente ao pesquisador. As decisões sobre o que fazer, como continuar, quanto tempo ficar em uma lista, quando sugerir que um

aluno troque de lista e que tipo de explicações dar, foram todas de responsabilidade da professora responsável pela classe. E esse era nosso objetivo: se quisermos discutir a integração de um instrumento no processo de ensino e aprendizagem é necessário discutir formas de dar autonomia ao professor.

Os resultados dessa experimentação nos levaram a planejar outras experimentações com um número maior de alunos e de professores. No ano de 2005 constituímos um grupo de oito professores com 2 classes de 6ª série, 8 classes de 7ª série e 8 classes de 8ª série, para estudar, paralelamente, possibilidades do uso de um software para a aprendizagem da álgebra e como os professores integram o *Aplusix* em sua prática pedagógica.

Concluindo...

Experiências positivas têm sido feitas, porém, muitas vezes parecem passar longe dos verdadeiros interessados: professores e alunos. A análise da experiência em cursos de formação continuada, de diversos formatos, e da participação em cursos de formação inicial nos indica que a verdadeira integração da tecnologia somente acontecerá quando o professor vivenciar o processo, ou seja, quando a tecnologia representar um instrumento importante de aprendizagem para todos, inclusive, e, sobretudo, para o professor, afinal somos reflexo de nossas experiências. É importante ressaltar acreditamos que é importante que a formação do professor seja feita em serviço, em seu local de trabalho, vivenciando suas dificuldades e problemas do dia a dia e durante um tempo que seja suficiente para o amadurecimento das discussões acerca das situações vivenciadas. Além disso, é fundamental que os cursos de formação inicial devem também tomar para si a responsabilidade de formar um professor apto a usar, em todas as suas dimensões, a tecnologia, com seus alunos.

Bibliografia

ARTIGUE, M.: *Ingénierie didactique*. Recherches en Didactique des Mathématiques, 1990, vol. 9, nº3, pp. 281-307.

BELLEMAIN, F. *O paradigma do micromundo*. In: Luiz Mariano Carvalho; Luiz Carlos Guimarães. (Org.). História e Tecnologia no Ensino de Matemática. Rio de Janeiro, 2003.

BITTAR, M. *Informática na educação e formação de professores no Brasil*. In : Série-Estudos. Periódico do Mestrado em Educação da UCDB - n. 10, pp. 91-106. Campo Grande: UCDB, 2000.

BRANDÃO, P. C. R. *O uso de software educacional na formação inicial do professor de Matemática: uma análise dos cursos de licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Educação, Campo Grande, 2005.

BROUSSEAU, G. *Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques*, Recherches en didactique des mathématiques, 1986, vol. 7, n° 2, pp. 33-115.

LABORDE C. E CAPPONI B. Cabri-Géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *In Didactique et Intelligence Artificielle* (Balacheff N., Vivet M. eds). Recherche en Didactique des Mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage, 1994, 14 (12), 165-210.

NICAUD, J.F., BOUHINEAU, D., CHAACHOUA H.. Mixing Microworld and CAS Features for Building Computer Systems that Help Students to Learn Algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. Vol. 9. Kluwer Academic Publisher, 2004.

