

***Algumas implicações da teoria comportamental no ensino da
matemática através do computador***

Por:

José Eduardo Ferreira da Silva

(Aluno do Curso de Mestrado em Educação Matemática)

Trabalho apresentado ao Prof. Dr.
Paulo Sérgio Emerique na disciplina
Teorias da Aprendizagem.

UNESP/ Rio Claro - 1º semestre de 1995

Índice

1 - Introdução	02
2 - A delimitação do problema	04
3- O processo para transmissão do conteúdo	03
3.1 - Adição	04
3.2 - Subtração	05
3.3 - Multiplicação	05
3.4 - Consequências do processo	06
4 - Principais características da ação remedial	06
5 - O funcionamento do programa remedial	07
6 - O tratamento de erros	09
6.1 - A indicação do erro	09
6.2 - A conferência do resultado	10
6.2.1 - Adição	10
6.2.2 - Subtração	11
6.2.3 - Multiplicação	11
7 - Fundamentação teórica do programa TABUADA.....	12
8 - Conclusão	13
9 - Bibliografia	13

1 - Introdução

A partir da reforma educacional de 1971, o Brasil passou a ter um curso básico de oito anos. O expediente usado para consumir o fato foi uma simples operação de conjuntos, ou seja, $\{\text{primário}\} \cup \{\text{ginásio}\}$. Observe que uma operação tão simples de ser realizada no papel mostrou-se bem mais complexa na prática. Passados vinte e quatro anos, a nossa educação básica continua compartimentada em dois conjuntos disjuntos, o de "1ª à 4ª série" e o de "5ª à 8ª série".

Os efeitos negativos desta compartimentação estão ficando mais evidentes com a presença, cada vez mais forte, de uma nova orientação para o ensino/aprendizagem da matemática no ciclo básico, pois, enquanto nas quatro séries iniciais as preocupações no sentido de absorção desta nova pedagogia sobrepõem a própria matemática, nas quatro séries finais esta mesma matemática ainda é tratada quase que exclusivamente de maneira tradicional¹.

Apesar de não acreditar que uma abordagem tradicional seja a melhor maneira de ensinar e aprender matemática, não podemos esquecer que esta abordagem é uma realidade e, também, um grande desafio a ser enfrentado pelos alunos que chegam a 5ª série do 1º grau. Por isto, torna-se urgente o desenvolvimento de ações remediais, para que esta descompassada procura por uma nova orientação metodológica não aumente, ainda mais, a distância existente entre as quartas e quintas séries.

Mas, uma ação remedial somente se justifica a partir do momento em que encontrado o problema é possível identificar algumas de suas prováveis causas. Sendo assim, o objetivo central deste trabalho é a proposta de uma ação remedial para a memorização das tabuadas de adição, subtração e multiplicação a ser aplicada em alunos das quintas séries. Entretanto, o fato desta ação remedial pressupor a utilização efetiva de computadores, faz com que o trabalho apresente, também, uma proposta para a introdução e utilização desta nova mídia em nossa prática educacional.

O caminho percorrido por todo este trabalho tem sempre em vista a teoria comportamental, onde segundo Skinner, o objetivo é "**... o controle do comportamento observável por meio das respostas do indivíduo.**"(in Moreira,10).

¹ Esta afirmativa poderá ser comprovada pela observação da orientação metodológica, hoje presente na maioria dos livros textos disponíveis para as 5ª séries.

2 - A delimitação do problema

O conteúdo programático oficialmente proposto para as 5ª séries² junto a uma orientação formal para o desenvolvimento deste conteúdo serão os fatores através dos quais irei fixar a capacidade numérico-operatória das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão como os pré-requisitos mínimos a serem adquiridos pelos alunos nas quatro séries iniciais.

Entretanto, o que venho constatando em minha prática educacional é a presença de um número cada vez mais significativo de alunos, chegando às 5ª séries, com um fraco desempenho numérico-operatório³. Uma observação mais atenta do comportamento apresentado por estas crianças, quando solicitadas a manipularem os algoritmos aritméticos da adição, subtração e multiplicação, apresentou-me indícios de que fatores, tais como, dificuldade para responder às questões referentes a tabuada de adição, o não reconhecimento da subtração como operação inversa da adição e a baixa probabilidade de acerto na tabuada de multiplicação têm sido os principais agentes responsáveis por esta incapacidade operatória. Portanto, reverter este quadro torna-se a preocupação maior desta ação remedial.

Porém, antes de descrevermos a ação remedial, apresentaremos as razões pelas quais acreditamos que a principal causa desta carência, é processo pelo qual tem sido feita a transmissão deste conhecimento nas séries iniciais.

3 - O processo para transmissão do conteúdo

Nesta análise respeitaremos a ordem com que estas operações são apresentadas aos alunos, para que possamos apontar com mais precisão os condicionamentos operantes, resultantes deste processo.

3.1 -Adição

² O programa mínimo proposto atualmente para as 5ª séries, pode assim ser indicado:

- I - O conjunto dos Números Naturais;
- II - O conjunto dos números racionais positivos;
- III - Operações com números decimais;
- IV - Medidas de comprimento, área e volume.

³ Em uma pesquisa realizada numa escola municipal de Juiz de Fora-MG, com uma turma de 5ª série composta por alunos não repetentes, apenas 27% dos alunos foram capazes de encontrar o resultado correto para a seguinte diferença: 700.000 - 98 734. (Silva, 1991)

O direcionamento que tem sido dado para o ensino desta operação tem por base a definição formal da adição⁴, ou seja, $3 + 2 = III + II$. Porém, o fato de muitas crianças ainda utilizarem este procedimento ao chegarem na 5ª série⁵, mostra que as contingências de reforço estão sendo aplicadas, univocamente, para que a criança encontre desta maneira o seu resultado. Isto justifica a incapacidade apresentada pelos alunos em minimizar o tempo entre S-R quando solicitados nesta tabuada.

3.2 - Subtração

"Do ponto de vista dos matemáticos ..., a subtração é o inverso da adição. As crianças que sabem a resposta para $3 + 2$, devem saber a resposta para $5 - 2$, embora não seja difícil para a maioria dos alunos de 1ª série aprender as respostas a essas questões, essa não é uma razão válida para definir a subtração com lápis e papel como objetivo."(Kamii,137).

Devemos observar que a adoção desta conduta de contramão, mesmo justificada pelas *"... descobertas da pesquisa de Piaget ... que demonstraram o quanto o raciocínio das crianças se concentra em aspectos, positivos de ação, percepção ..."*(Kamii,140), além de criar uma nova tabuada a ser memorizada e eliminar qualquer possibilidade de se utilizar a subtração como contingência de reforço para a memorização da tabuada de adição, não possibilita que o aluno utilize um algoritmo aritmético eficiente, para efetuar subtrações elevadas.

3.3 - Multiplicação

Ao definir que ***multiplicar é somar parcelas iguais***, esta nova orientação metodológica retorna as considerações formais da matemática para o ensino da operação multiplicação⁶. Entretanto, devemos observar que, neste momento, o comportamento terminal em relação a operação adição não provê o aluno das ferramentas necessárias para uma apresentação rápida dos resultados desta tabuada, principalmente na determinação de resultados do tipo: $3 \times a = \alpha \quad \forall a \in \mathbb{N} \text{ com } a > 6$, $4 \times a = \alpha \quad \forall a \in \mathbb{N} \text{ com } a > 5$, etc. Portanto, a

⁴... "somar m com n é partir de m e interar n vezes a operação de tomar o sucessor."(Lima, p.28).

⁵ O comportamento de contar nos dedos é o principal recurso utilizado por um número significativo de alunos, das 5ª séries, quando solicitados na operação adição.

⁶... "multiplicar um número m por 1 não o altera. Multiplicar m por um número maior que 1, ou seja, por um número da forma n+1, é interar n-vezes a operação de somar m, começando com m."(Lima, p.29)

baixa probabilidade de acertos será plenamente justificada a partir da crescente exigência em minimizar o tempo entre S-R.

3.4 - Consequências do processo

Tendo por base esta análise, vamos enumerar os principais condicionamentos operantes produzidos por este processo de ensino que estão em desacordo com a possibilidade dos alunos darem conta dos algoritmos aritméticos:

- 1- memorização incompleta das tabuadas de adição, subtração e multiplicação,
- 2- utilização de métodos ineficazes para minimizar o tempo entre S-R,
- 3- baixa probabilidade dos alunos responderem corretamente quando a minimização entre S-R é mais exigida,
- 4- comportamento aversivo com relação à matemática.

4- Principais características da ação remedial

Acredito que o uso cada vez mais efetivo de computadores na escola, irá propiciar ambientes adequados para trabalhos de cunho remedial. Para isto, deveremos desenvolver programas de controle de contingências que além de alterar o comportamento terminal e imprimir uma perspectiva positiva por parte do aluno no estudo da matemática, não podem desconsiderar nossa realidade escolar, ou seja, a diversidade e limitações das plataformas computacionais que estão ou estarão disponíveis nas escolas e, também, a falta de preparo de nossos professores em lidar com este instrumento.

Esta perspectiva em consonância com o quadro do ensino apresentado anteriormente levaram-me a desenvolver um programa de controle das contingências, o qual tem se mostrado eficiente⁷, no sentido de melhorar as probabilidades de respostas corretas e a diminuição do tempo entre S-R, nas solicitações referentes às tabuadas de adição, subtração e a multiplicação até nove.

⁷ Em uma pesquisa realizada numa Escola particular de Juiz de Fora-MG, alunos de 4ª e 5ª séries com um fraco rendimento em matemática, começaram a apresentar sensíveis melhoras no rendimento após utilizarem durante um mês, em duas sessões semanais de uma hora e meia, o programa tabuada. (Silva, 1992)

5 - O funcionamento do programa remedial

No funcionamento do programa **TABUADA**, o manuseio simples somado as informações constantes sobre procedimentos que permeiam a totalidade das telas, são qualidades do programa que merecem atenção. Esta simplicidade de manuseio tem por objetivo amenizar uma eventual recusa por parte dos professores.

O programa inicia-se com a tela denominada MENU, cujo objetivo é proporcionar ao educando ou professor a escolha da operação desejada. A escolha é feita utilizando-se as teclas **SETA P/ CIMA** ou **SETA P/ BAIXO**. Após efetuada a escolha, pressiona-se a tecla **<ENTER>** para o início da atividade. (Vide fig. 1)

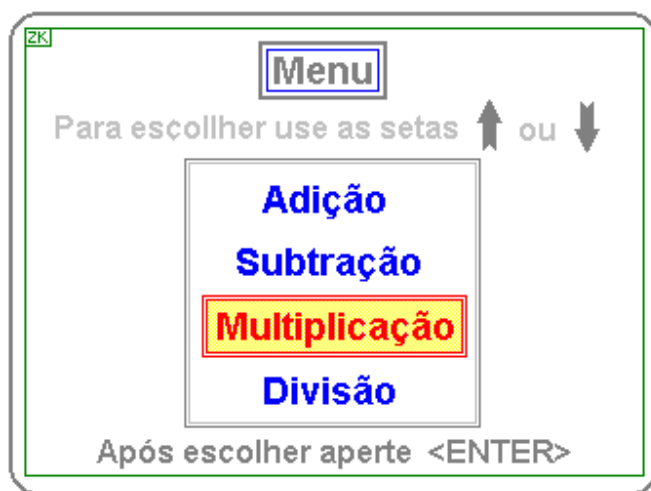


Figura 1

A título de ilustração, vamos supor que um determinado aluno tenha escolhido a operação multiplicação⁸. Sendo assim, o programa apresenta aleatoriamente um produto e aguarda uma resposta do aluno que deverá ser feita via teclado. (Vide figura 2). Neste momento inicia-se, também, o preenchimento da barra de tempo, ou seja, o programa estará cronometrando o tempo gasto pelo aluno na emissão de sua resposta.

⁸ Os procedimentos descritos, a seguir, serão semelhantes para as operações de adição e subtração.

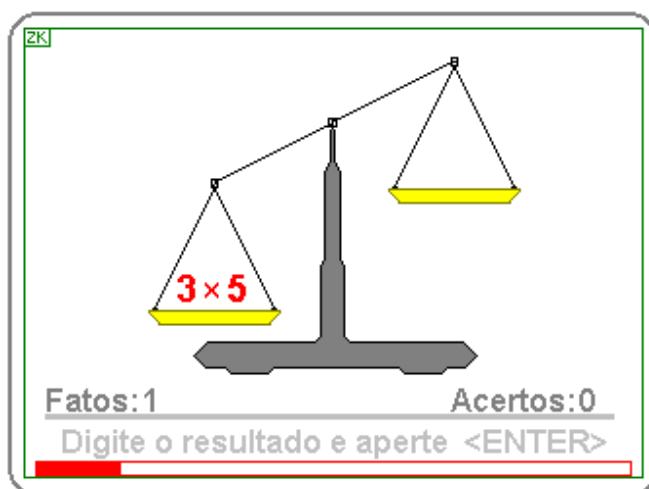


Figura 2

Para responder à solicitação do computador, o aluno deve digitar o resultado correspondente à operação proposta. Entretanto, para que o programa avalie o resultado apresentado o aluno deverá confirmá-lo pressionando **<ENTER>**. Após pressionar a tecla **<ENTER>**, o programa trava o cronômetro e faz uma avaliação da solução apresentada. Se a resposta estiver correta o programa equilibrará a balança, computará um acerto a favor do aluno e emitirá a seguinte mensagem: **"MUITO BEM! Para continuar <ENTER>"** (Vide figura 3).

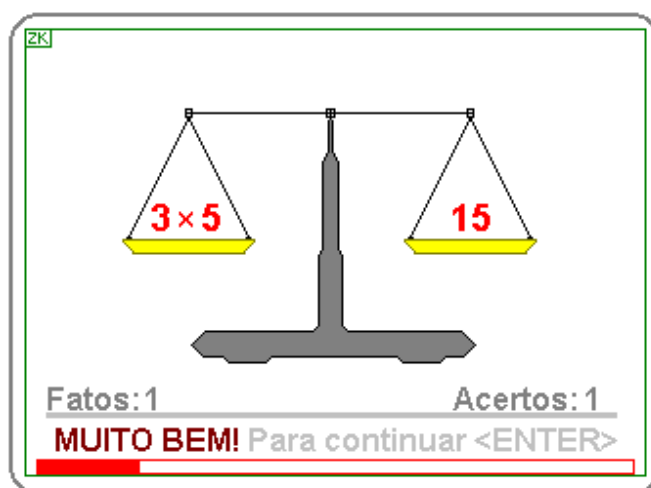


Figura 4

A pressão sobre a tecla **<ENTER>** fará com que o programa reinicie todos os procedimentos descritos anteriormente, os quais serão totalmente paralisados quando a barra de tempo estiver completamente preenchida, ou seja, o tempo disponível (cerca de 15 segundos) esgotado. (Vide figura 5).



Figura 5

Finalmente, devemos ressaltar que o aluno poderá interromper a execução do programa, a qualquer momento, pressionando a tecla <ESC>. O resultado deste procedimento é a tela ilustrada na *figura 6*.

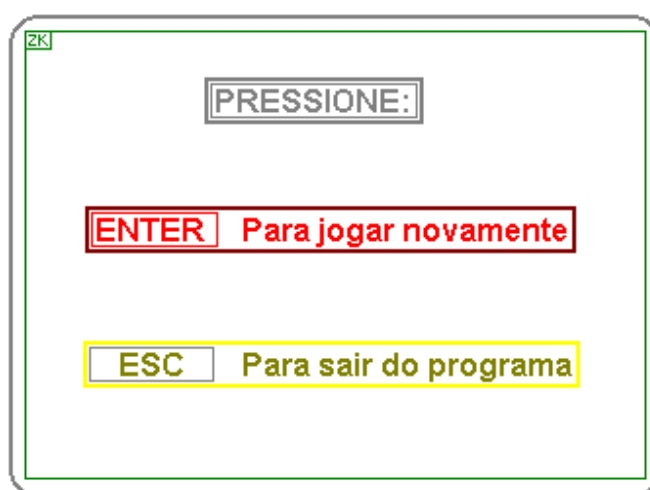


Figura 6

6 - O tratamento de erro

O tratamento de erro é um procedimento desencadeado sempre que houver erro na resposta apresentada pelo aluno. Constituí-se basicamente de dois momentos: a indicação e a conferência do erro.

6.1 - A indicação do erro

A indicação do erro em quaisquer das três operações será indicado através de um desequilíbrio na balança, cujo objetivo é indicar se o resultado apresentado está maior ou menor do que o esperado. (Vide *fig. 7*).

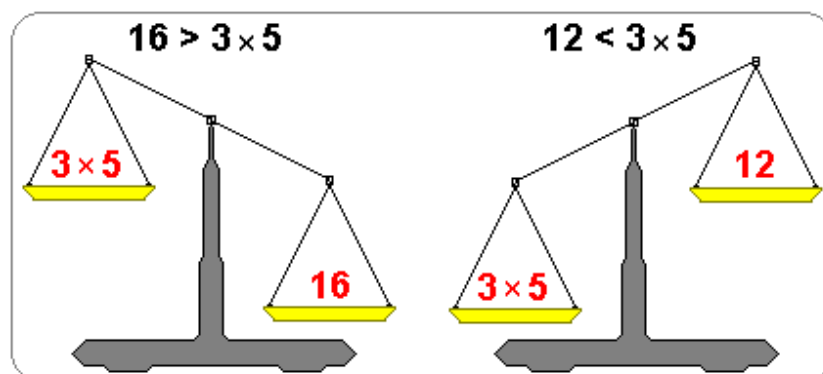


Figura 7

6.2 - A conferência do resultado

Após detectar e indicar o erro, o programa apresentará uma tela onde o aluno deverá conferir o resultado da operação proposta.

6.2.1 - Adição

A conferência desta operação tem por base a definição formal da adição. A escolha deste tratamento foi feita em função do comportamento apresentado pela maioria dos alunos quando solicitados nesta tabuada, ou seja, a contagem um a um. O principal objetivo deste tratamento é fornecer ao professor condições para a discussão e o aprimoramento desta técnica.

Para exemplificar, vamos considerar que o aluno tenha errado a seguinte soma: $8 + 5$. Sendo assim, a tela de conferência apresentará, inicialmente, oito potes. Pressionando sucessivamente a tecla **< BARRA DE ESPAÇO >**, o aluno deverá ir acrescentando potes até completar o total necessário. (Vide figura 8).



Figura 8

6.2.2 - Subtração

O tratamento de erro para esta operação tem como suporte a consideração matemática da subtração como inversa da adição.

Para seu funcionamento, vamos considerar que o aluno tenha errado a seguinte diferença: $13 - 8$. Assim sendo, a tela de conferência constará de 13 espaços dos quais 8 já estarão preenchidos. Pressionando sucessivamente a tecla **< BARRA DE ESPAÇO >**, o aluno deverá completar os espaços vazios até que todos estejam ocupados. (Vide figura 8).

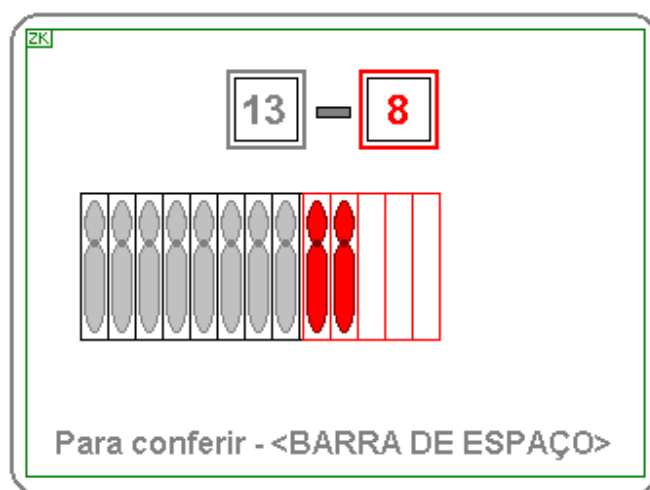


Figura 9

6.2.3 - Multiplicação

A fim de ilustrar o processo da operação multiplicação, sem no entanto, perder de vista a definição matemática formal já condicionada, o tratamento de erro para tal operação utiliza como suporte um modelo geométrico da tabuada de multiplicação, utilizado por volta do século XV.

Como ilustração, consideremos que o aluno tenha errado o seguinte produto: 5×7 . Então, o programa apresentará um retângulo de cinco por sete quadrados, os quais serão preenchidos através da tecla **<BARRA DE ESPAÇO>**. A cada pressão sobre esta tecla serão apresentadas sete maçãs. Portanto, o aluno deverá pressioná-la sucessivamente até completar todo o retângulo. (Vide figura 10).

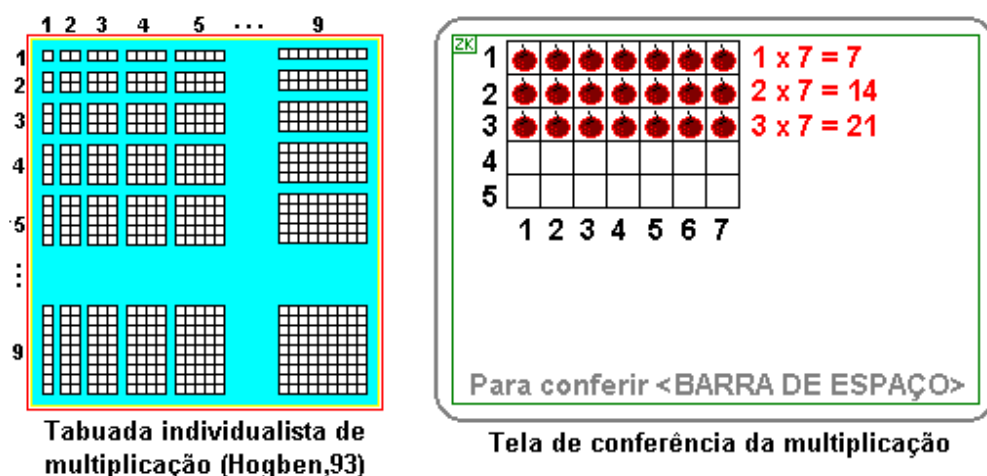


Figura 10

7 - Fundamentação teórica do programa Tabuada

As principais características comportamentais do programa TABUADA(Silva,1992), como resposta ativa, verificação imediata e ritmo próprio, estão claramente delineadas na descrição feita sobre o funcionamento do programa. Portanto, limitaremos-nos a classificar apenas os estímulos presentes nesta ação remedial segundo a Teoria do reforço.

1- A consequência do acerto é a aquisição de um ponto. Verifica-se aqui a presença de um **reforçador positivo**, visto que tem como objetivo a busca pelo aluno de outro acerto.

2- A consequência de um erro cometido é não ganhar o ponto. Como a falta do ponto visa reduzir o número de respostas indesejáveis, podemos considerar este procedimento como uma **punição negativa**.

3- A conferência obrigatória de qualquer erro deve ser considerada como uma **punição positiva**, pois o trabalho decorrente de sua execução visa minimizar o número de erros.

4- O fator tempo deve ser considerado como **estímulo discriminativo**. Seu objetivo é minimizar o intervalo entre S-R.

5- Como o objetivo central do trabalho é a memorização das tabuadas de adição, subtração e multiplicação, devemos considerá-lo no todo como um **procedimento de extinção**, pois consiste na suspensão de uma série de respostas condicionadas.

8 - Conclusão

A presença de dois compartimentos distintos no 1º grau, o de "1ª à 4ª série" e o de "5ª a 8ª série", tornou-se mais evidente a partir do momento em que o mesmo conteúdo matemático passou a ser abordado de uma forma diferenciada no primeiro bloco. Como principal consequência apontamos a impossibilidade dos alunos que chegam as 5ª séries darem conta dos algoritmos aritméticos da adição, subtração, multiplicação e divisão.

A possibilidade de remediar esta situação através do computador, não só fornece aos nossos alunos parte do ferramental necessário para enfrentar o tratamento matemático tradicional das quatro últimas séries do 1º grau como, também, abre espaço para introdução deste novo instrumento na prática letiva de nossos professores.

O desenvolvimento de uma atividade que reproduz, em parte, o comportamento de ensino de nossos professores e atende as suas necessidades imediatas, principalmente no tocante à aprendizagem dos alunos, visa apresentar o computador como um recurso didático sem no entanto, exigir que o professor abandone imediatamente suas práticas letivas habituais. Trata-se, portanto, de uma estratégia de ação para uma progressiva integração do computador em nossas práticas educacionais.

Finalmente, o fato desta atividade remedial explorar de forma limitada as potencialidades do computador no processo de ensino-aprendizagem da matemática, não deve classificá-la como uma sub-utilização da máquina, visto que, o desenvolvimento de tais atividades só é possível com a utilização de recursos e técnicas não elementares de programação.

9 - Bibliografia

- BIGGE, M.L. Teorias de aprendizagem para professores. São Paulo: Cortez, 1992.
- BORBA, Marcelo C. Informática na escola: significado do computador no processo educacional. Rio Claro: Bolema, 1994.
- BOYER, Carl B. História da Matemática: tradução: Elza F. Gomide. Edgard Blucher, 1974.
- CANAVARRO, Ana P. O computador nas concepções e práticas de professores de matemática. Quadrante, Vol. 3, 25-49. 1994.
- D'AUGUSTINE, Charles H. Métodos modernos para o ensino da matemática. Ao Livro Técnico S/A. Rio de Janeiro, 1976.

- DUARTE, Ana Lúcia Amaral At ali. Metodologia da matemática. A aprendizagem significativa nas séries iniciais. Belo Horizonte. Editora Vigília, 1983.
- FRAGA, Maria Lúcia. A matemática na escola primária: uma observação do cotidiano. São Paulo. E.P.U., 1988
- HOGBEN, Lancelot. Maravilhas da Matemática. Rio de Janeiro. Editora Globo, 1958.
- KAMII, Constance At ali. Reiventando a aritmética, implicações da teoria de Piaget. Editora Papirus. São Paulo, 1985.
- LIMA, Elon Lages. Análise Real. Volume 1. Impa. Rio de Janeiro, 1989.
- MOREIRA, M.A. Ensino, e aprendizagem: enfoque teóricos. São Paulo: Moraes, 1985.
- PENTEADO, W.M.A. Psicologia do ensino. São Paulo: Papelivros, 1980.
- SHUTHERLAND, Rosamund. Connecting theory and practice: results from the teaching of LOGO. Educational Studies in Mathematics 24: 95-113, 1993.
- SILVA, José Eduardo F. Tabuada (V. 3.1). Programa para computador, não publicado. Juiz de Fora, 1991-92.
- SILVA, José Eduardo F. Projeto computador-ensino . Trabalho de investigação não publicado. Juiz de Fora, UFJF/PIDCT/CAPES, 1991-92.
- SKINNER, B.F. At ali. A análise do comportamento. São Paulo. EPU, 1975.