Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília

CLASS.: 372.7
S729c
TOMBO: 733

A calculadora no ensino de matemática: estudo de caso em uma escola técnica de 2º grau

372.7
S729c

Sarah Rabelo de Souza

FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS
BIBLIOTECA
CAMPUS DE MARÍLIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA À FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS DE MARÍLIA/UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM EDUCAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: "ENSINO NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA"
ORIENTADORA: PROFª DRª CLEIDE MARLY NÉBIAS

MARÍLIA
- 1996 -

1410000733

372.7
S729c
Tese
733

Esta dissertação é dedicada
aos meus pais,
José e Laura,
que tanto me incentivaram
para que eu
continuasse lutando
pelos meus sonhos.
É dedicada, também,
a todos os meus alunos,
que sempre serão meus
grandes mestres.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS 4
RESUMO 5
SUMMARY 6
I. A CALCULADORA NA ESCOLA: AINDA HÁ O QUE DISCUTIR? 7
A. O início de tudo 7
B. A calculadora: um breve histórico 8
C. Panorama do uso da calculadora na Educação 20
D. Objetivos 29
II. METODOLOGIA 29
A. A Escola 31
B. Sujeitos 32
C. Procedimentos 34
I I I. CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA CALCULADORA NA SALA DE AULA 40
A. A Proposta Curricular da Secretaria da Educação 40
B. A proposta para o ensino de matemática do CEETEPS 55
C. Aulas de matemática: a calculadora em questão 55
D. Os mitos ainda existem? 58
E. "Afinal, você é contra ou a favor?" 64
F. A mudança necessária 65
G. A calculadora na sala de aula: sugestões 69
I V. CONCLUSÃO 76
V. BIBLIOGRAFIA 79
ANEXOS 83

Agradecimentos

Para conseguir realizar esta pesquisa, muitas experiências de vida tive de passar. São tantas as pessoas que fizeram parte dessas experiências que não daria para descrevê-las todas aqui. Sendo assim, agradeço à todas elas, e em especial:

- À minha orientadora, Cleide, que realmente me guiou, com paciência e determinação, por um caminho até então desconhecido para mim, o da pesquisa.

- Aos diretores, coordenadores, funcionários e professores da E.E.P.S.G. "D. Carolina Francini Burali", onde dei meus primeiros passos para minha profissão.

- À diretora Néia, aos coordenadores, aos funcionários e professores da E.T.E. "Pedro D'Arcádia Neto", que além do grande incentivo dado, tiveram a sensibilidade de entender o difícil período que passei.

- Aos colegas do IMESA, pelo apoio dado.

- À todos os professores que muito contribuíram para que eu realizasse este trabalho, os quais admiro enquanto profissionais e pessoas maravilhosas que são: à professora Leonor, sem a qual não haveria pesquisa; à Profª Cleide e ao Profº Paulo, que me iluminaram no início da minha profissão; à Profª Drª Maria Ignêz de Souza V. Diniz, quem primeiro me apresentou ao caminho da pesquisa em Educação e ao assunto tratado nesta dissertação; ao meu mestre Profº Drº Nilson José Machado, que sempre me incentivou a continuar e a ter confiança em mim mesma.

- Aos meus irmãos, pelo grande incentivo que sempre me deram.

- À minha irmã Marisa e aos seus filhos, Márcia, Marcelo, Silvia e Simone, que além do grande incentivo e carinho que me deram, repartiram, durante anos, o espaço de seu lar, para que eu pudesse lutar pelos meus sonhos.

- Ao Carlos, meu companheiro de todas as horas, que me ajudou a continuar seguindo o caminho do conhecimento, com incentivos e, principalmente, com muito carinho e compreensão.

Resumo

A calculadora eletrônica de bolso tem se tornado cada vez mais barata e, portanto, mais acessível às pessoas. Por essa razão, a sua utilização nas aulas de matemática é analisada. Neste trabalho de pesquisa, foi realizado um acompanhamento do processo educacional com alunos de segundo grau, em uma escola técnica. Sugestões de utilização do uso da calculadora em determinados conteúdos matemáticos foram analisadas e, outras, propostas. Para usar a calculadora é necessário ter definidos os objetivos do ensino, uma análise dos conteúdos trabalhados e dos procedimentos de ensino adotados. Sendo assim, utilizar a calculadora vai muito além do "ser contra" ou "a favor". Os alunos a utilizam, e a escola, através das aulas de matemática, deve orientá-los a utilizarem de maneira correta. Eles podem ser ajudados a associar os conhecimentos matemáticos aprendidos na escola com os que eles convivem no dia-a-dia.

unesp

Summary

The electronic calculator became increasing cheap and more accessible for every one. For this reason, the utilisation of it in the mathematics class is examinaded. In present research, it was done an accompanying of the educational process with second grade students, in a technical school. Suggestions about the utilisation of calculators were examined and proposed. In order to use the calculator is necessary to have education objectives, an analysis of the contents worked out and the methods of teaching adopted. Therefore, using the calculator is more than "to agree" or "to disagree" with. The students use it, and the school, through the mathematics classes, must guide them to use the calculator in the best way. They can be helped make the association between school mathematics knowledge and that of they diary live.

I. A CALCULADORA NA ESCOLA: AINDA HÁ O QUE DISCUTIR?

A. O início de tudo

Meu interesse pelo uso de calculadoras no ensino escolar de matemática teve início no curso de graduação. Durante a realização da disciplina "Seminários de Resolução de Problemas", foi estabelecido que meu grupo fizesse um trabalho sobre esse tema. No início, fiquei perdida achando perda de tempo escrever sobre esse assunto e, que se durante minha escolarização eu não havia usado a calculadora, porque discutir isso. Para minha surpresa, encontrei algumas publicações a respeito e percebi que o tema causava polêmica. Nos Estados Unidos e na Europa esse assunto já foi muito discutido, no final dos anos 70 e durante os anos 80, quando a indústria de calculadoras portáteis teve um grande desenvolvimento, tornando as calculadoras cada vez menores e mais baratas sendo, assim, mais acessíveis à grande parte da população. No Brasil, ao contrário, pouco se discutiu sobre o uso das calculadoras e já se passou para a discussão do uso dos computadores.

Talvez na década de 70, e início de 80, as calculadoras ainda não estivessem tão acessíveis no Brasil, como nos outros países, mas essa situação vem mudando rapidamente e está bem diferente agora. O uso dos computadores, assunto que está em voga nesse momento, não invalida a discussão sobre o uso das calculadoras. Nos outros países, onde já houve grande discussão a esse respeito, o assunto agora é como usar bem esse recurso, pois não se pode voltar atrás. O instrumento já existe, e vários serviços não dispensam mais o uso das tecnologias alcançadas; então, temos que utilizá-las porque tornaram-se necessárias e contribuem para a melhoria da qualidade de vida.

Logo que me graduei, apresentei um trabalho no II Encontro Paulista de Educação Matemática (SOUZA, 1991), no qual o público alvo eram professores que procuravam alternativas para o uso da calculadora. A maioria destes

professores não tinha acesso às revistas internacionais, únicas onde havia algum material que se referisse a esse assunto naquela época. O pouco material que havia no Brasil estava restrito às universidades, onde os professores do primeiro e segundo graus tinham pouco acesso. No Encontro, alguns professores já haviam tido experiência a respeito desse assunto e puderam trocar idéias com os outros. Muitos perguntavam se eu pesquisava sobre esse tema, e tudo que eu tinha era um trabalho de graduação, baseado em uma pesquisa bibliográfica, em textos norte-americanos. A partir desse momento, decidi que eu iria começar minha experiência no magistério como professora de matemática e que o uso da calculadora nas aulas seria o objeto de estudo de uma pesquisa que, após muitas dúvidas e experiências em outros campos do conhecimento, estou tentando concluir com essa dissertação.

B. A calculadora: um breve histórico

Introdução

A necessidade da utilização dos números e do cálculo surge com as necessidades do homem, basicamente em assuntos da vida diária, como nas transações comerciais, ou no relacionamento do homem com o calendário, nos cálculos astronômicos, e nos rudimentos das preocupações científicas. Todas as aplicações mais modernas que encontramos relacionadas com o ato de computar, ou calcular, tem origem nas aplicações primitivas dessa arte. A palavra calcular tem origem na palavra latina "calculus", ou na palavra grega "chalix", que significam seixo, pedrinha.

Sistemas numéricos

A notação numérica foi sendo desenvolvida e a necessidade dos povos de se expressarem foi surgindo. Os sistemas de numeração, ou seja, a maneira de escrever os números, foram sendo criados em diversas culturas humanas de diferentes maneiras. Para isso foram sendo desenvolvidas "bases" numéricas. Uma base é uma regra, um critério para designar números elevados com o mínimo de símbolos. A escolha dessa base, ou raiz, se tornou necessária para o sistema de numeração se tornar flexível e abrangente, pois senão, cada número deveria ter um símbolo para representá-lo.

A base dez foi muito utilizada por povos primitivos, apesar de não ter sido a única. O fato dos homens possuírem 10 dedos nas mãos pode ser uma causa muito provável da larga utilização desse número como base numérica.

A palavra "digito" tem origem na palavra latina "digitus", que significa "dedos" (IFRAH, 1992).

As mãos para auxiliar a contagem

Os dedos foram muito utilizados no passado para representar os números e até mesmo para o cálculo de operações aritméticas. Beda (673-735), em seu trabalho *De temporum ratione*, fez uma descrição da posição dos dedos para números até 10.000, e utilizando também partes do corpo, até um milhão (DAVIS, 1992).

Na idade média, era muito comum o uso dos dedos para representar os números nas transações comerciais, podendo haver a comunicação entre povos de diferentes línguas. As operações aritméticas, como a adição e multiplicação, também podiam ser realizadas com as mãos (DAVIS,1992; IFRAH, 1992).

Além das mãos, outros instrumentos auxiliares foram utilizados para auxiliar a contagem e as operações aritméticas, como nós em cordões e

entalhes em madeira. Mas as mãos parecem ter sido instrumentos bem eficazes nessa tarefa, sendo considerada por IFRAH como a *"máquina de calcular de todos os tempos "* (1992, p.79).

O desenvolvimento de métodos analíticos

Com o desenvolvimento da linguagem escrita, foram desenvolvidos algoritmos para fazerem os cálculos. Um algoritmo, ou procedimento efetivo, é um conjunto finito de regras ou instruções, que devem ser realizadas passo a passo. Ao realizarmos, por exemplo, uma adição no sistema decimal posicional, manualmente, estamos realizando um algoritmo. A origem da palavra algoritmo está no nome do matemático persa do século IX Abu Ja'far Mohammed ibn Mûsâ al-Khowârizmi, que escreveu o primeiro tratado sobre álgebra. Em uma tradução latina, descoberta em 1857, os escritos começavam com *"algoritmi dixit..."*, ou seja, "Algoritmi disse" , se referindo ao matemático persa (EVES, 1995, p. 266).

Os egípcios e os babilônios utilizavam sistemas numéricos para representarem seus números e para realizarem as operações aritméticas com maior facilidade. Eles utilizavam algoritmos como, por exemplo, o método utilizado pelos egípcios chamado "duplation" e "mediation" (EVES,1995) para a realização da multiplicação. Para realizar a multiplicação, por exemplo, de 26 por 33, coloca-se o número 26 em uma coluna e o 33 em outra. Enquanto vai se dividindo ao meio o 26, vai dobrando o 33:

26	33
13	66
6	132
3	264
1	528

Para obter o produto da multiplicação de 26 por 33, somam-se os valores duplicados de 33 correspondentes as linhas dos números ímpares da coluna das metades. Assim o produto é 66 + 264 + 528 = 858.

Em outra versão desse mesmo processo, descrito por GUELLI (1993, p.13), uma tabela é criada dobrando os valores, em uma coluna a partir do número 1 e a outra a partir do número 33:

1	33
2	66
4	132
8	264
16	528

Escolhe-se os valores da primeira coluna os quais a soma é 26 (2 + 8 + 16 = 26). A soma dos valores correspondentes na segunda coluna será o produto da multiplicação : 66 + 132 + 528 = 858.

Os babilônios, que utilizavam um sistema numérico com base 60 para cálculos astronômicos, utilizavam tabelas para ajudarem em seus cálculos, como a de potências sucessivas de um número, semelhantes às tabelas atuais de logaritmos.

Arquimedes (287-212 a.C.) desenvolveu um sistema para representar números grandes usando, o que hoje designamos de "potência de 10". Em seu trabalho *O contador de areia*, ele escolheu como unidade a "miríade", que é igual a 10.000 (ou seja 10^4). Até "miríade de miríade" (10^8) eram chamadas de primeira ordem. Então os números "miríade de miríade" eram utilizados como unidade de segunda ordem, e assim por diante (DAVIS,1992, p.4).

Outros sistemas numéricos, com bases diferentes de dez, também foram utilizados por diversos povos. Os babilônios utilizavam um sistema sexagesimal posicional em textos matemáticos e astronômicos. A base sexagesimal (base 60), também foi utilizada pelos gregos e, ainda hoje, encontramos nas notações astronômicas ou nas medidas em graus.

Para o surgimento de técnicas computacionais mais avançadas, foi necessária a criação de um sistema posicional eficiente, utilizando um número básico de símbolos, inclusive o conceito de zero. A criação do sistema posicional decimal foi, então um grande avanço para a arte de calcular.

Sistema posicional decimal

Um sistema numérico é chamado posicional se para cada posição, os dígitos representam um valor numérico. Há a necessidade da escolha de uma base, para que o número seja estabelecido. Pode-se, na linguagem matemática atual, descrever um número num sistema posicional da seguinte maneira (EVES, 1995, p.35):

$N = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + ... + a_2 b^2 + a_1 b^1 + a_0$

Assim, na base dez, por exemplo:

$11 = 1 \times 10^1 + 1$, e $111 = 1 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 1$

Nota-se, pela descrição de sistema posicional, que há a necessidade de representação para o conceito de zero para esses sistemas numéricos serem eficientes. O sistema posicional utilizado pelos babilônios, por exemplo, não era muito eficiente pois, a princípio, não havia um símbolo para representar uma posição "vazia", ou seja, o número zero. O número 60 e o 1 eram representados pelo mesmo símbolo, mudando apenas o significado de acordo com a posição na expressão numérica em que se encontravam, podendo causar confusão. O símbolo para "vazio" parece ter sido utilizado, já no final dessa civilização, mas apenas em posições intermediárias, fazendo com que esse sistema mantivesse, ainda, algumas ambigüidades (BOYER, 1974). IFRAH (1992, p. 243) considera o símbolo utilizado pelos babilônios para representar o zero, apesar de não totalmente eficiente no sistema numérico deles, como o "mais antigo zero da história".

O sistema decimal posicional e os algarismos que utilizamos hoje, teve origem nos povos hindus, e foi trazido pelos árabes para a Europa, no século

VIII. Na Europa, o sistema numérico utilizado era o romano. Pela facilidade de se trabalhar com o sistema hindu-arábico, houve uma difusão desse sistema, o que não agradou os defensores do sistema romano. Houve, então, reação dos abacistas (calculadores profissionais), que defendiam a manutenção dos ábacos, e da Igreja romana, pois o saber dos números poderia ser difundido para todos, o que realmente aconteceu. Todos podiam calcular através desse sistema, havendo a expansão desse conhecimento, que era restrito a poucos. Houve disputas entre abacistas e calculista, e a Igreja chegou a chamar esse sistema e seus métodos de cálculo como feitiçaria.

Apesar da resistência, o sistema se impôs e, com ele, se deu um grande avanço no desenvolvimento das técnicas de cálculo manuais. Somente com o sistema posicional, e o zero, houve um maior desenvolvimento das técnicas de cálculo, dos algoritmos, e das máquinas para realizarem cálculos numéricos.

Do ábaco aos computadores

Apesar das mãos poderem ser consideradas como "máquina de calcular de todos os tempos" (IFRAH, 1992, p.79), o ábaco pode ser considerado como a primeira máquina de calcular (DAVIS, 1992).

A palavra "ábaco", tem origem na palavra grega "abax", nome dado a um tabuleiro recoberto com pó ou areia, sobre o qual eram realizados cálculos, seja desenhando, seja com o auxílio de pedrinhas. Esse parece ter sido o primeiro modelo desse instrumento. As pedras soltas sobre a areia, ou a inscrição realizada pelos dedos, parecem ter sidos substituídos, posteriormente, por painéis onde haviam linhas paralelas para guiar as pedras que representavam os números. O ábaco romano "de bolso" (IFRAH, 1992, p.121) consistia em uma placa metálica com sulcos ao longo dos quais se deslizavam botões. Esse instrumento podia ser carregado, com facilidade, pelos romanos.

O ábaco foi a principal máquina de calcular do ocidente, e seu uso também foi encontrado por povos do oriente. No século VI d.C., era conhecido

unesp

na China como suan phan, e no Japão como soroban, nos quais os sulcos foram substituídos por arames e as pedras por contas que deslizavam sobre eles (DAVIS,1992). Por volta do século XVI, surgem ábacos com moldura e fichas móveis, como são conhecidos hoje (BOYER, 1974).

Independente da base utilizada para os cálculos, o conceito básico de utilização do ábaco é sempre o mesmo: mudam-se as pedras de posição, de um lado para o outro de uma das linhas, até chegar à base estabelecida (linha da "unidade", por exemplo, na base dez). Para cada linha preenchida, muda-se uma pedra da outra linha, (linha da "dezena", por exemplo, na base dez), e voltam-se as pedras da linha anterior para a posição inicial, e assim por diante.

Vários mecanismos foram sendo criados para facilitar o cálculo, além do ábaco. BRETON (1991) classifica o aparecimento dos processos de cálculo artificiais em três fases. A primeira fase se iniciaria com a utilização dos primeiros instrumentos para o auxilio da contagem, tais como: as marcas na madeira ou em pinturas nas cavernas, as mãos, os nós, o ábaco, e iria até o aparecimento das primeiras máquinas de calcular, que automatizavam as operações aritméticas, chamadas, pelo autor, de "máquinas para escritório". A segunda fase seria marcada pelo aparecimento das grandes calculadoras da década de quarenta, e a última fase, pelo aparecimento dos computadores.

Segue uma descrição resumida da criação de alguns desses mecanismos, e seus criadores. (DAVIS, 1992; RICIERI, 1983; CARMO, 1989; BRETON, 1991).

1617 - John Napier

Criou as "barras de Napier", que consistiam em tábuas de multiplicação, as quais eram dispostas de tal maneira que, realizando apenas adições, se chegaria ao resultado da multiplicação desejada. Essas barras foram, posteriormente, dispostas em cilindros, de modo a facilitar a disposição delas para a realização da multiplicação.



1620 - Edmund Gunter

Construiu uma tabela logarítmica com a qual poderia-se multiplicar números utilizando um compasso de ponta seca, através de soma de comprimentos.

1622 - William Oughtred

Ampliou a idéia da tabela logarítmica de Gunter, substituindo o compasso por duas tabelas logarítmicas, as quais uma deslizava sobre a outra.

1623 - Wilhelm Schickard

Criou uma máquina que podia realizar adições, subtrações, multiplicações e divisões.

1642 - Blaise Pascal

Blase Pascal criou a "Pascaline", máquina de calcular que utilizava rodas dentadas, e podia realizar a adição e a subtração. É considerada um protótipo de muitas máquinas utilizadas atualmente. Criada com o objetivo de libertar seu pai, que era coletor de impostos, dos cálculos, fez sucesso na corte e foram vendidas algumas unidades, apesar de não fornecer muita precisão nos cálculos 1675 - Isaac Newton

Sugeriu a utilização de um trilho na régua de cálculo logarítmico, que somente foi posto em prática um século mais tarde.

1671 -1694 - Gottfried Wilhelm Leibniz

Criou um máquina de calcular com carro deslizante, que efetuava além da adição e subtração, a multiplicação e a divisão.

1775 - John Robertson

Colocou em prática a idéia original de Newton da régua de cálculo com trilho.

1820 - Charles X. Thomaz

Aperfeiçoou o mecanismo inicial de Pascal e de Leibniz, o que iria culminar no surgimento das máquinas de calcular de mesa.

1828 - 1839 - Charles Babbage

Planificou duas máquinas: a "máquina diferencial", que não foi concluída integralmente por ele, e a "máquina analítica", que ficou apenas no projeto. A finalidade da "máquina diferencial" era calcular tábuas de logaritmos com rapidez. Em seu segundo projeto, a máquina poderia armazenar dados em cartões perfurados, idéia que foi utilizada mais tarde no desenvolvimento dos computadores.

1855 - Charles-Xavier Thomas de Colmar

Máquina portátil, denominada "aritmômetro", foi baseada no modelo de Leibniz, e podia realizar as quatro operações aritméticas com precisão. É considerada a primeira máquina de calcular comercializada com sucesso.

1857 - Pehr Georg Scheutz

Baseado na idéia original das máquinas de Babbage, cria a "máquina de tabular", que fará sucesso.

1872 - Frank Stephen Baldwin

Aperfeiçoou o mecanismo inicial de Pascal e de Leibniz, o que iria culminar no surgimento das máquinas de calcular de mesa (DAVIS, 1992, p. 28).

1880 - Herman Hollerith

Inventou uma máquina para classificar e tabular dados, utilizando cartões perfurados, para auxiliar no recenseamento realizado nos Estados Unidos. As máquinas criadas por Hollerith são consideradas as primeiras no

processamento de informação. Em 1896, Hollerith criou uma companhia que, em 1924, se tornou a IBM (International Business Machines).

1883 - Henry Pottin

Inventou uma máquina que imprimia totais e subtotais.

1889 - Léon Bollée

Criou uma máquina que possuía uma tábua de multiplicação interna, chamada de "o milionário". Foi produzida e vendida com sucesso, até 1935, quando foi interrompida sua produção.

1900 - W. T. Odhner

Aperfeiçoou o mecanismo inicial de Pascal e de Leibniz, o que iria culminar no surgimento das máquinas de calcular de mesa.

1906 - H. P. Babbage

Construiu parcialmente a "máquina analítica" projetada por seu pai, Charles Babbage, e publicou 25 múltiplos de π com 29 algarismos como prova de seu trabalho.

1906 - Willian S. Burroughs e Door E. Felt

Projetaram uma máquina que imprimia algarismos. Essa máquina, chamada "contômetro", ao invés de carro deslizante ou rodas, utilizava teclas que representavam os números.

1914 - Léonardo Torres y Quevedo

Criou uma máquina de jogar xadrez e uma máquina de calcular comandada por uma máquina de escrever. Seguindo os passos de Charles Babbage, projetou uma "máquina analítica", mas não chegou a realizá-la.

1936 - Louis Couffignal

Também seguindo a teoria de Charles Babbage, propôs a construção de uma máquina analítica utilizando representação binária dos números. Seu projeto não foi colocado em prática.

Na segunda fase de seu desenvolvimento, na década de quarenta, as máquinas de calcular eram parecidas com as mecânicas, só que se deu início a utilização da eletricidade e de relês eletrônicos e, posteriormente, a eletrônica com as válvulas à vácuo. Nessa fase, o ENIAC (Eletronic Numerical Integrator and Calculator) será a transição entre as últimas máquinas de calcular e os primeiros computadores, que caracterizariam a terceira fase de desenvolvimento dos instrumentos auxiliares para o cálculo artificial (BRETON, 1991).

A calculadora

Pode-se encontrar, atualmente, diversos tipos de calculadoras eletrônicas, tais como as descritas por FERREIRA (1979): a simples, de quatro operações; as comerciais ou financeiras, que possuem recurso para o cálculo estatístico e matemática financeira; as científicas, com determinadas funções matemáticas como logaritmos, funções trigonométricas, etc.; as programáveis, que armazenam seqüências de operações; as que possuem visor com a possibilidade de construir gráficos de funções; etc.

As calculadoras não programáveis, consideradas nesse trabalho de pesquisa, e as mais encontradas entre a população em geral, não são capazes de realizar um processamento de informações. Isso significa que, estabelecidos os algoritmos das operações aritméticas, por exemplo, dentro de seu mecanismo, seja mecânico ou eletrônico, não é possível o usuário interferir nesse mecanismo. Não há a possibilidade de se estabelecer novos algoritmos de acordo com a sua necessidade de utilização. Além disso, as calculadoras não armazenam informações estabelecidas. Nesse sentido, não há como a

calculadora substituir o usuário no que se refere ao pensamento, e à criatividade na resolução de um problema.

A calculadora é limitada a realizar os cálculos já definidos anteriormente. Ela será útil, então, apenas para auxiliar, dentro da resolução de um problema, a realização dos cálculos numéricos. O objetivo de sua utilização, portanto, não é o de substituir o pensamento do usuário, mas o de diminuir a tarefa árdua da realização dos algoritmos das operações básicas matemáticas usuais, antes realizadas somente manualmente. No caso de calculadoras científicas, há também a vantagem de se obter dados antes encontrados apenas em tabelas numéricas, realizadas anteriormente manualmente, como a tabela de logaritmos, ou das funções trigonométricas.

A tentativa de mecanização dos cálculos matemáticos sempre foi almejada pelos homens. Como o cálculo muitas vezes é a repetição das mesmas regras para se chegar num resultado, um dispositivo artificial poderia substituir essa tarefa repetitiva. O surgimento de mecanismos, para cumprir essa tarefa foi sendo desenvolvido de acordo com necessidades sociais e econômicas, onde o volume de cálculo foi aumentando historicamente. O cálculo manual ainda é muito valorizado por muitos mas, no contexto atual, mecanizar os cálculos para poder realizar análises mais amplas dos problemas parece ser algo mais viável, pelo fato de nos depararmos com um número muito grande de dados numéricos no nosso cotidiano.

Quando se valoriza o cálculo manual de maneira exagerada, o que ocorre ainda hoje nas aulas de matemática nas escolas, está se valorizando também os algoritmos, e muitas vezes, em detrimento dos conceitos matemáticos envolvidos. A utilização dos computadores, não invalida o uso das calculadoras. Estas últimas somente realizam determinados algoritmos, tornando-se úteis em situações nas quais não necessitaríamos de um computador. Até mesmo quando se utiliza um computador, pode surgir a necessidade de srealizar cálculos matemáticos que a calculadora ajuda a resolver com mais praticidade. Para isso, programas atuais, como o Windows, incluem subprogramas de calculadoras. A revista norte-americana Windows

Magazine (1993), na seção de publicidade, anunciou um programa da Microsoft chamado PentaCalc, que contém cinco tipos de calculadoras para o usuário escolher a que melhor atende às suas necessidades, trabalhando dentro do Windows. A propaganda refere-se a facilidade de realizar os cálculos, sem a necessidade de utilizar outros programas mais complexos, ou de se trabalhar com uma calculadora ao lado, ou ter uma calculadora no próprio teclado do computador.

C. Panorama do uso da calculadora na Educação

A calculadora, provavelmente, já faz, ou fará, parte do cotidiano dos jovens, seja para resolver problemas, seja em situações específicas de trabalho ou de estudos. Tratando-se de uma máquina que pode realizar, com muita rapidez, diversos cálculos matemáticos, e com as vantagens de baixo custo, fácil acesso e transporte, faz-se necessária uma reflexão sobre seu papel no ensino.

SOUZA (1994) realizou um levantamento, através de questionários, no início do ano letivo de 1994, e constatou que, de 87 alunos do segundo grau, de duas classes de segunda e uma de terceira série de uma escola pública da cidade de Assis, São Paulo, com idades variando entre 15 e 19 anos, 85% afirmaram possuir uma calculadora, e 99% disseram já terem usado esse instrumento. Uma boa parte respondeu que a utiliza na escola (20% utilizam apenas na escola, 28% na escola e em sua casa e 5% na escola e no trabalho). Constata-se, através desses dados, que a calculadora parece estar bem acessível a esses alunos, talvez pelo fato de estar cada vez mais barata. Percebe-se, também, que mesmo não possuindo a calculadora, a grande maioria dos alunos a utiliza. Apesar do tamanho reduzido da amostra, pode-se considerar um retrato da utilização da calculadora no segundo grau de uma escola pública. Mas será que os alunos estão sabendo utilizar bem a

calculadora? Será que estão sendo orientados pelos seus professores de quando e como utilizá-la?

Baseando-se nesses dados, pode-se refletir sobre o papel da escola em preparar seus alunos também para o uso desse instrumento, pois é um aprendizado que se faz necessário diante da confirmação de sua evidente utilização entre os alunos.

Pode até parecer, para muitos, que trabalhar com uma calculadora é simples demais, se comparado ao manuseio do computador, por exemplo, e que, por essa razão, não haveria a necessidade desse assunto ser tratado na escola. Porém, pode-se notar que muitas pessoas ainda não sabem fazer um bom uso desse instrumento. Alguns não sabem lidar com as seqüências de teclas ou com recursos como a memória, outros não sabem adaptar o conhecimento matemático e utilizar a calculadora para facilitar os cálculos e, talvez o mais grave, muitos tentam esconder sua falta de conhecimento matemático básico achando que a calculadora resolverá seus problemas num passe de mágica; o que não acontece.

Auxiliar no preparo do aluno para a sociedade informatizada também pode ser encarado como um dos objetivos de se trabalhar com a calculadora na sala de aula. Saber lidar de modo crítico com instrumentos tecnológicos que existem, e novos que certamente virão a existir, é hoje uma necessidade para se alcançar a cidadania. O conhecimento desses meios tecnológicos não deve ser privilégio de poucos, daí a importância da Escola Pública, que poderá servir de mediadora para uma melhor compreensão da realidade em que o aluno está inserido, promovendo uma discussão crítica dos meios tecnológicos e de suas implicações na vida social.

O desenvolvimento tecnológico deve, de alguma maneira, transformar a visão de mundo dos homens, que já estão vivendo essa mudança e, principalmente, daqueles que ainda estão para vivê-la. Considerando a educação escolar como prática social, não se deve deixar de analisá-la dentro do contexto histórico da sociedade. Se a escola se mantiver alheia às mudanças que estão ocorrendo nos diversos setores da sociedade, ela corre o

unesp

risco de não preparar o seu aluno para usufruir e/ou criticar estas mudanças que estão a sua volta. Como afirma BAETHGE ,

"Quanto mais as novas tecnologias de informação e comunicação se tornam um elemento constante de nossa cultura cotidiana, na atividade profissional como nos momentos de lazer, tanto mais elas têm, obviamente, que ser incorporadas aos processos escolares de aprendizado" (1989, p.9).

O desenvolvimento tecnológico, e suas conseqüências, é algo que não se pode prever com exatidão, mas que para muitos traz cautela, e talvez medo. Isso se deve, talvez, ao pouco que sabemos sobre o efeito dessas novas tecnologias sobre o ser humano. Há, porém, a certeza de que esse desenvolvimento é fruto do desenvolvimento do próprio homem, que acaba sempre tentando sobreviver e adaptar-se às mudanças que ele mesmo provoca. O que não se pode fazer, neste momento, é fechar os olhos para essas mudanças, mas sim tentar conhecê-las, da melhor maneira possível, para se poder agir como cidadãos conscientes. Com afirma SCHAFF: *"Nenhum avanço do conhecimento humano é em si reacionário ou negativo, já que tudo depende de como o homem o utiliza como ser social..." (1991, p.24).*

O uso da calculadora em aula poderá servir como uma alternativa à introdução de novos conceitos e modos de pensar importantes, principalmente para os jovens que estão inseridos no ambiente urbano, onde aparelhos tecnológicos estão presentes em seu cotidiano. Usar uma calculadora pode ser visto como uma introdução ao relacionamento com as máquinas, considerando que se pode desenvolver, com seu uso, a capacidade de tomar decisões, seleção de dados, do pensamento seqüencial, de análise das respostas e de pensar criticamente sobre seu uso (BAETHGE,1989).

A calculadora não programável só é capaz de realizar os algoritmos já estabelecidos no seu mecanismo interno, não podendo estes serem alterados. Sendo assim, ela depende do usuário para realizar os cálculos. Ela só será útil,

unesp

portanto, se este conhecer as operações necessárias para determinado cálculo, e decidir quais teclas apertar para chegar ao resultado esperado.

Diferentes modelos de calculadoras levam a diferentes caminhos na realização do mesmo cálculo. Essas diferenças são muito úteis, quando comparadas entre si, para se verificar qual o melhor caminho a percorrer em cada caso, e quais as propriedades matemáticas que estão sendo utilizadas (LELLIS, JAKUBOVIC e IMENES,1992).

Outra decisão, não menos importante, é a de saber quando interessa usar determinados instrumentos, no caso, a calculadora. O professor pode levar a discussão à classe pois, em muitos casos, é muito mais fácil e desejável o uso do cálculo mental ao uso daquele instrumento (HIGGINS,1990).

A capacidade de interpretar melhor os resultados, que surgirão, será de grande importância, e sua análise é fundamental para o entendimento dos conceitos desenvolvidos. Os resultados terão que ser compatíveis com o que foi pedido, e o aluno deverá, então, desenvolver sua capacidade de analisar os resultados, de verificar a ordem de grandeza, ou fazer aproximações. Caso os resultados não sejam satisfatórios, ele poderá facilmente refazer seus cálculos. Outra facilidade, que se pode obter com a calculadora, é a de fazer conjecturas. Pode-se apagar e recomeçar o cálculo com diferentes valores apenas apertando uma tecla (HIGGINS, 1990).

Com o uso da calculadora pode-se dar ênfase ao conceito fundamental de determinado conteúdo, sem que se perca em cálculos rotineiros, que em muitos casos desviam a atenção do aluno (KNIGHTON,1988; MICHELOW,1979; SÃO PAULO,1992). Essa opinião também é reafirmada por NISKIER, como se pode verificar com suas próprias palavras:

"A máquina de calcular usada, rotineiramente, na escola, vai concorrer para que a Matemática seja devolvida à condição de disciplina fundamentada no raciocínio, deixando de ser, tão somente, aquela em que se automatizam, através de repetidos exercícios, as operações, o que sempre contribuiu para a aversão que crianças e jovens sentem por ela" (1993, *p.109).*

Ao se referir ao uso do computador no ensino da Matemática, CARRAHER (1988) aponta a importância de se saber quais os conceitos matemáticos fundamentais de cada teoria, para se dar ênfase a eles, na tentativa de promover o desenvolvimento cognitivo. O ideal seria que o computador fosse utilizado, segundo o autor, para desenvolver conceitos difíceis de serem desenvolvidos pelo método tradicional, ou seja, utilizando-se apenas de aula expositiva e de quadro de giz, lápis e papel. A vinculação do sistema simbólico com os conceitos matemáticos, e com os fenômenos da natureza ou do cotidiano do aluno seriam, assim, facilitados com o uso do computador. Daí a importância, citada como exemplo pelo autor, dos conteúdos matemáticos que envolvem variáveis, funções, relações entre variáveis, proporções, e que poderiam ser melhor trabalhados com o uso do computador, com softwares que enfatizassem esses conceitos fundamentais.

Pode-se fazer um paralelo com o uso da calculadora, apesar de, na maior parte dos tipos encontrados, não ser possível exibir imagens na tela. Com o seu uso poderão ser trabalhados os mesmos conceitos fundamentais, citados acima, que seriam difíceis de trabalhar usando apenas lápis e papel. Sendo o acesso às calculadoras mais fácil que aos computadores, para a maioria dos professores e alunos, esses conceitos poderiam ser trabalhados sem muita dificuldade.

A motivação é uma grande aliada no sucesso do aprendizado. A calculadora tem seu aspecto lúdico, fazendo do apertar teclas, apagar e tentar novamente, um jogo, com suas regras, onde quem comanda é quem a utiliza. Essa interação homem-máquina é um aspecto motivante que pode ser utilizado no ambiente escolar (STARKEY,1989; LELLIS, JAKUBOVIC e IMENES,1992). Para KNIGTON (1988), a calculadora, além de ajudar no melhor entendimento do conteúdo matemático, ajuda a aumentar a confiança e interesse dos alunos por essa área de conhecimento.

Pode-se caracterizar o uso da calculadora como jogo, quando temos como objetivo a motivação dos alunos, e quando queremos chegar a uma

situação de socialização entre eles e os mesmos com o professor, de troca de idéias, enfim, à ludicidade que está presente mesmo antes do jogo se iniciar, no período de preparação.

Utilizando o conceito de "jogo" descrito por HUIZINGA, determinados usos da calculadora podem ser considerados como "jogo" se, durante a atividade escolhida, o aluno estiver livre para escolher participar ou não, se for desligada do cotidiano no momento do jogo, se *for "capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total"*, se estiver desligada de interesses materiais, se praticada em um determinado espaço físico e temporal e se tiver certa ordem e regras (s.d., p.16).

Outra característica importante, do uso da calculadora e de outras máquinas, é o fato do próprio aluno ter o domínio sobre o que ele deseja e a maneira de operá-la para chegar no seu objetivo. Esse "sentimento de descoberta" pode aumentar o interesse do aluno para aquilo que ele está aprendendo (BRUNER, 1987).

Trabalhar com dados reais, sem muita dificuldade, o que, na maioria das vezes, é inviável usando apenas lápis e papel, é outra possibilidade ao se usar uma calculadora. Pode haver um maior desenvolvimento para situações de modelagem matemática, ou seja, situações do meio que poderão ser transformadas em linguagem matemática (D'AMBROSIO,1986; HEID,1990; MICHELOW ,1979). Vários conteúdos matemáticos podem ser explorados nesse sentido como, por exemplo: em geometria os alunos podem realizar medidas na própria sala de aula, ou em casa, e realizar cálculos de perímetro, área ou volume; em problemas envolvendo proporções e noção de matemática financeira, há a possibilidade de se trabalhar com problemas envolvendo situações reais de consumo, como variação do preço de determinados produtos, custo unitário, valor de juros cobrados, etc. (DUEA, IMMERZEEL, OCKENGA, TARR, 1980).

Enquanto alguns encaram a calculadora com naturalidade, como mais um material didático, com um grande potencial motivador, outros ainda a vêem como um mito, que fará seus alunos se tornarem mais preguiçosos para pensar,

ou que causará uma "dependência". MANSILLA (1984), como parte de sua pesquisa desenvolvida na região do Chaco, Argentina, realizou uma enquete a professores, alunos e pais de alunos de uma escola técnica de segundo grau, com o objetivo de conhecer as opiniões a respeito do uso da calculadora na escola secundária. Nas respostas dos professores e pais de alunos apareceram afirmações superficiais como: "a calculadora cria dependência", "é prejudicial", "nem todos podem comprar". Nas respostas dadas pelos alunos verificou-se que estes eram favoráveis ao uso da calculadora na escola.

Para que se possa discutir e avaliar as potencialidades e limites da calculadora, quando utilizada na tentativa de melhoria do processo ensino-aprendizagem da matemática escolar, é necessário que haja uma desmistificação desse instrumento.

Concordando com a afirmação de MACHADO (1992), não é o instrumento tecnológico, ou qualquer outro material manipulável, o centro do processo de ensino, mas a clareza por parte do professor de quais objetivos ele deseja alcançar, em quais conteúdos, e com qual metodologia. Fazer de conta que ela não existe, e que os jovens não fazem ou nunca farão uso dela é um erro ingênuo. Ela existe sim, e deve-se tirar proveito de suas capacidades, e limites, para se tentar atingir melhores resultados na educação.

Alguns autores sugerem o uso da calculadora no tratamento de conteúdos específicos dentro do ensino de Matemática de 1º e 2º graus, como LELLIS, JAKUBOVIC e IMENES (1992) e SÃO PAULO (1992). Outros, como D'AMBRÓSIO (1986), LEECHFORD (1982) e MICHELOW (1979), propõem uma reavaliação e redefinição de conteúdos e métodos, já que as mudanças que estão ocorrendo na sociedade irão transformar os objetivos do ensino escolar.

Para WANDERLEY (1983) mais importante, que qualquer equipamento eletrônico, é o planejamento do seu contexto. Pode-se, assim, verificar algumas possíveis metodologias a serem adotadas, e em quais conteúdos ou séries escolares poderia ser utilizada a calculadora como material didático.

Segundo MICHELOW (1979), para se usar a calculadora seria necessário ter a habilidade de reconhecer símbolos, conhecer as propriedades

das operações e aprender corretamente um algoritmo. Um currículo, onde se considera objetivos e metodologias visando o uso da calculadora, deveria também ter conteúdos compatíveis com o uso dessa tecnologia. Para o autor, a calculadora poderia ser utilizada no desenvolvimento de conteúdos como trigonometria, funções exponenciais e logarítmicas, em algoritmos para o cálculo de π e de *e*, problemas combinatórios, e também os algoritmos para efetuar as quatro operações aritméticas.

Para MACHADO (1993), as calculadoras são quase inexploradas; um exemplo é sua ausência na iniciação do uso desse instrumento para cálculos iterativos.

O professor poderá considerar situações da vida real que podem ser transformadas em problemas matemáticos, proporcionar a análise de resultados quando variam os parâmetros de um problema, e analisar o grau de aproximação e ordem de grandeza de determinadas respostas (DICK, 1988).

STARKEY (1989) trabalhou com crianças da primeira série (first grade), a partir do segundo semestre de aulas, quando as mesmas já tinham algum conhecimento de senso numérico e das operações aritméticas. Com o uso da calculadora, uma vez por semana, foi notada uma maior motivação das crianças para aprender matemática, e um maior desenvolvimento na resolução de problemas da vida real, trazidos inclusive do ambiente em que elas vivem. Houve grande colaboração dos pais dos alunos, que foram notificados de sua proposta através de cartas e convidados a participarem de uma aula com as crianças.

Os conteúdos tratados por STARKEY eram basicamente relacionados com as quatros operações aritméticas, onde eram propostos problemas envolvendo os sinais das operações, dinheiro, medidas e exercícios com o sistema posicional decimal. O erro foi utilizado para que os próprios alunos pensassem sobre a sua causa, e chegassem na resposta correta. Muitos exercícios foram trabalhados oralmente, havendo discussão entre os alunos. As calculadoras de quatro operações utilizadas foram trazidas de casa pelas crianças, e elas trabalhavam em duplas, ou em pequenos grupos.



Para STARKEY, a calculadora é uma ferramenta como qualquer outro material manipulável, servindo para expandir a mente da criança, fazendo com que ela possa experimentar novos caminhos de calcular e verificar o que acontece.

O uso da calculadora também é citado quando há a necessidade de facilitar os cálculos para dar ênfase nos conceitos principais. A Proposta Curricular de Matemática para o Ensino de Segundo Grau (SÃO PAULO,1992) sugere a sua utilização em trigonometria, logaritmos e exponenciais, probabilidade e geometria. HEID (1990) enfatiza seu uso para desenvolver conceitos algébricos fundamentais de função e variáveis através da exploração realista de problemas, dando menor ênfase na manipulação simbólica manual e maior aos conceitos. Os conteúdos citados são: estudos de funções, e de sistemas de relações (equações e inequações). Durante a pesquisa realizada pela autora, os alunos podiam trabalhar com parceiros ou em grupo, utilizando as calculadoras para os cálculos e, se possível, calculadoras com gráficos de função ou computadores para visualizar os gráficos.

MANSILLA (1984), em pesquisa realizada com alunos de 2º grau, conclui que há necessidade de se trabalhar com pelo menos uma calculadora para cada dois alunos na sala de aula, apesar da maioria, da amostra pesquisada, dispor de uma. Os alunos mostraram-se motivados e tiveram algumas dificuldades iniciais ao trabalharem com notação científica, com a seqüência da ordem a ser dada na calculadora e com transformações em graus, minutos e segundos. Neste caso, foram utilizadas calculadoras científicas.

Pode-se trabalhar com os números negativos, notação científica, potências de dez, expoentes negativos, exercitando os conceitos já adquiridos pelos alunos (LELLIS, JAKUBOVIC e IMENES, 1992).

O conceito de π, usando o método experimental através de medidas de circunferências e de diâmetros, é mais um exemplo da exploração do uso da calculadora pelos alunos. Este exemplo é citado por HIGGINS (1990), cuja opinião é a de que o uso da calculadora deve ajudar o aluno a pensar, pois se

ela for utilizada somente para resolver problemas de livros-texto, não estará contribuindo para isso.

D. Objetivos

Pelas razões expostas, esta investigação tem como objetivos:

- Realizar um acompanhamento do processo educativo com alunos de segundo grau de um curso técnico no que se refere ao uso da calculadora, durante as aulas de matemática.

- Analisar, avaliar, e propor sugestões de novas abordagens para conceitos matemáticos com a utilização da calculadora.

II. METODOLOGIA

Grande parte das pesquisas em Educação realizadas no Estado de São Paulo, conforme dados de 1984 descritos por GAMBOA (1991), utilizaram a abordagem empírico-analítica. O critério de cientificidade, nesses casos, foi baseado nos testes padronizados, na ênfase ao tratamento estatístico, na sistematização rigorosa das variáveis, tratadas isoladamente no processo de ensino. Parece não haver, em muitas das pesquisas que utilizaram tal metodologia, uma preocupação maior em situar historicamente e socialmente o objeto de estudo, havendo uma distância entre a pesquisa, e os resultados estatísticos, e o que realmente acontecia em uma sala de aula. Nesses casos, a concepção de Ciência está baseada, assim, na neutralidade, na tentativa de retirar, dos objetos do conhecimento, os elementos subjetivos, no isolamento das variáveis, artificializando determinada situação como se o pesquisador e pesquisados estivessem em um laboratório. São tomados como base, para análise final, apenas os resultados finais desse processo. O objeto de estudo é

tido como algo imutável e a sua análise é descontextualizada da situação real na qual está inserido, apenas sendo verificada a relação causa-efeito. A neutralidade da Ciência, no entanto, é ilusória. "Quando um cientista escolhe uma certa definição de objeto, decide usar um determinado método e espera obter certos resultados, sua atividade não é neutra nem imparcial, mas feita por escolhas precisas" (CHAUÍ, 1994, p. 281).

Na escolha da metodologia deste trabalho de pesquisa foi tomada como base uma concepção de Ciência inserida num contexto social e histórico, onde os aspectos subjetivos não foram descartados. Os critérios de cientificidade que estão sendo considerados são, portanto, diferentes dos citados anteriormente. As situações de pesquisa não foram analisadas a partir de variáveis tomadas isoladamente, mas considerando a complexa rede de informações que se encontra numa sala de aula. Sendo assim, determinada visão de mundo foi considerada no desenvolvimento desse trabalho de pesquisa.

Baseada em leituras (ANDRÉ, 1984, GAJARDO, 1986; BRANDÃO, 1984; THIOLLENT, 1986; MARTINS, 1994, LÜDKE e ANDRÉ, 1986), foi tomada como base, neste trabalho de pesquisa, a abordagem qualitativa procurando, assim, chegar o mais próximo possível da situação real na sala de aula.

A metodologia de pesquisa escolhida foi o "estudo de caso". O objeto de pesquisa foi a utilização da calculadora nas aulas de matemática, onde os sujeitos que diretamente participaram foram a professora de matemática e os alunos de duas classes de 2ª série do curso de contabilidade.

Várias técnicas foram utilizadas, como fonte de informação, tais como entrevista, análise de questionários, observações, estudo de documentos, buscando aproximações com a realidade.

Durante a fase exploratória foi mantido contato com a professora de matemática, envolvida no processo de pesquisa, a qual, após conversas realizadas sobre o projeto, mostrou-se interessada em colaborar. Esta professora lecionava em classes de segunda série do curso de para o qual ela iria utilizar a calculadora.



A. A Escola

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Técnica Estadual "Pedro D'Arcádia Neto", no Município de Assis, S.P.

A escola, que estava vinculada à Secretaria da Educação até 1993, a partir do ano de 1995 passou a fazer parte do conjunto de escolas gerenciadas pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza" (CEETEPS), que responde à Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. A escola oferece dois cursos: Técnico em Contabilidade e Técnico em Mecânica.

Em 1995, período em que foram coletados os dados para essa pesquisa, matricularam-se 695 alunos nos cursos técnicos de habilitação plena, dos quais 503 em Contabilidade (225 no período da manhã, 09 à tarde, e 269 à noite), e 192 em Mecânica (45 no período da manhã, 147 à noite). Além desses dois cursos a escola oferece regularmente um curso de qualificação profissional (QP I) em marcenaria no qual havia, naquele ano, 20 alunos matriculados.

No início de 1995, foram abertas 7 turmas de primeira série, sendo 5 para o curso de Contabilidade (3 na manhã, 2 à noite) e 2 de Mecânica (1 na manhã e 1 à noite). Esses alunos passaram por um exame padronizado ("vestibulinho") que é realizado todo ano em todas as escolas do CEETEPS. Neste ano a relação candidato vaga foi menor que 1, situação que se alterou no início de 1996, onde houve mais de 1 candidato por uma vaga.

Dos alunos que a escola recebe, aproximadamente 10% residem na zona rural e, o restante, em Assis em cidades vizinhas. Cerca de 99,5% dos alunos realizaram seus estudos de primeiro grau em escolas públicas.

Não há grande diferença do nível sócio-econômico quanto à escolha do curso, e cerca de 80% dos alunos trabalham e estudam. A maioria deles, e também dos pais daqueles que não trabalham, atuam no setor terciário da economia, como em repartições públicas e no comércio.

B. Sujeitos

Participaram, como sujeitos da pesquisa, em especial, a professora de matemática e os alunos da 2ª série do curso Técnico de Contabilidade, 2º D e 2º G.

Houve também colaboração, na realização desse trabalho, de diretores, coordenadores, funcionários, e professores.

B.1. A Professora

A professora, que participou deste trabalho de pesquisa, tem uma boa formação acadêmica e ampla experiência profissional.

Formada pela F.F.C.L. de São Bento da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo em 1973, em bacharelado e licenciatura em Matemática, realizou vários cursos de extensão profissional, tais como: especialização em matemática e desenho geométrico; monitoria para implantação dos Guias Curriculares (1º grau), e outros.

Sua experiência no magistério de 1º e 2º graus se deu tanto na rede privada de ensino quanto na rede pública estadual, na qual é professora efetiva há 16 anos.

Chegou a lecionar de 1984 a 1992 nesta escola, voltando em 1995, quando aprovada em concurso público promovido pelo CEETEPS. Mantém, atualmente, duas jornadas de trabalho: uma nesta escola e outra em uma escola pública estadual.

Como a pesquisa foi realizada tentando chegar o mais próximo possível da situação real de sala de aula, foi necessário um contato constante com a professora. Sendo assim, fora do horário de aulas, foram mantidos encontros, realizados ou na própria escola, ou em outro local, para discussão de assuntos tais como: o aprendizado dos alunos, o andamento da pesquisa, as abordagens

a serem adotadas para o desenvolvimentos dos conteúdos, as dificuldades encontradas. Essas reuniões se iniciaram antes da realização das observações em sala de aula e continuaram a acontecer durante esse período, no segundo e terceiro bimestre (aproximadamente de 04/05/95 a 06/07/95 e 31/07/95 a 28/09/95, respectivamente), com uma freqüência média de uma reunião por semana.

B.2. As classes estudadas

Como o objetivo desse trabalho foi realizar um recorte da realidade, focalizando determinada situação real de sala de aula, a escolha das classes estudadas foi realizada de maneira intencional, não em função do número de alunos da escola, mas em função de determinadas característica que fizessem com que o trabalho de pesquisa fosse viável, tais como: ambas eram do curso técnico de contabilidade; a professora de matemática que colaborou com a pesquisa trabalhava nessas classes; conteúdos de matemática financeira estavam planejados para serem trabalhados nessas séries; a professora usaria a calculadora em suas aulas.

No 2º D, as aulas eram realizadas no período da tarde, com 50 minutos cada. Inicialmente havia 9 alunos matriculados, no segundo bimestre havia 7 alunos cursando, e no 3º e 4º apenas 5 alunos. Nenhum destes últimos trabalhavam, enquanto os demais se transferiram para o período noturno por terem entrado para o mercado de trabalho.

No 2º G, no período noturno, as aulas eram de 40 minutos cada, havendo 39 alunos matriculados no início do ano letivo. No 4º bimestre havia 34 alunos freqüentando o curso. Nessa classe, grande parte dos alunos trabalhava.

A intenção não foi a de realizar um trabalho comparativo entre essas duas classes. O principal objetivo foi o de enriquecer os dados relativos ao uso da calculadora em duas realidades diferentes, para evitar o máximo possível de distorção na análise dos resultados.

unesp

C. Procedimentos

As técnicas de coleta de dados utilizadas para essa pesquisa foram: análise de documentos, análise de textos, resolução de questões pelos alunos e respostas a questionário, observação em sala de aula, e entrevistas.

C.1. Análise de documentos

Alguns documentos foram analisados com o objetivo de completar os dados obtidos pelos outros procedimentos de coleta, tais como: lista de alunos matriculados em 1995, diário de classe das classes observadas, livros textos que serviram como base para as aulas, a Proposta Curricular de Matemática para o Ensino de Matemática (2º grau) da Coordenadoria de Normas Pedagógicas da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992), e a Proposta da Coordenação de Matemática do CEETEPS (CEETEPS, 1995).

A Proposta Curricular de Matemática para o Ensino de Matemática do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992) é muito utilizada para o delineamento do trabalho dos professores de matemática nas escolas públicas do Estado de São Paulo.

A proposta do CEETEPS é utilizada como subsídio para o desenvolvimento do ensino de matemática pelos professores do CEETEPS. É uma proposta ampla de trabalho, onde são determinados as objetivos gerais da matemática para a formação do técnico; as não se refere especificamente ao uso da calculadora em determinados conteúdos matemáticos.

C.2. Análise de textos escritos

Em conversa informal sobre o tema da pesquisa, funcionários, professores, coordenadores e direção da escola, num total de 20 pessoas representando estes segmentos, foram solicitados a discorrerem sobre "O uso da calculadora dentro e fora escola". Para tanto receberam uma folha que deveria ser devolvida após 15 dias. Atenderam ao pedido 05 dos profissionais da escola.

Esse procedimento de coleta de dados, com a análise posterior dos textos escritos, foi escolhido pela dificuldade em entrevistar cada um e pela hipótese de que suas opiniões seriam mais espontâneas do que se fossem dadas através do depoimento oral. Esse procedimento de análise é sugerido por SILVA JÚNIOR (1991).

Neste caso, o objetivo foi analisar o discurso escrito para verificar se o uso da calculadora poderia ser colocado como um problema a ser explorado e se era um assunto relevante para eles.

C.3. Questionário e questões respondidas pelos alunos

Também em uma fase exploratória, com o objetivo de se obter uma visão inicial geral do contato dos alunos da 2ª série do curso de Contabilidade com calculadoras, foram distribuídos um questionário e uma folha de questão para cada um (Anexo 1). Das duas classes escolhidas para o trabalho de pesquisa, 28 alunos responderam ao questionário.

Foi pedido, a cada aluno, que respondesse sobre:

- idade,
- atividade profissional,
- se possui calculadora,
- se costuma utilizá-la e como,

- opinião sobre o uso da calculadora,
- se conhece teclas da calculadora.

As questões de matemática foram resolvidas utilizando ou não uma calculadora, a critério do aluno. Estas questões continham conceitos básicos de matemática, tais como: operações fundamentais com números racionais (questões 5, 6 e 8); potenciação e radiciação (questões 1, 2, 3 e 7); noção de equação exponencial (questão 4); cálculo de porcentagem (questões 9 e 10). O cálculo de porcentagem já havia sido visto pelos alunos durante a série anterior e durante o primeiro bimestre do ano em que foi realizada esta pesquisa.

Essas questões foram realizadas no primeiro bimestre, sendo que durante o segundo bimestre seria trabalhado juro composto e desconto composto, e durante o terceiro bimestre função exponencial e logarítmica.

Os conceitos matemáticos, abordados nos exercícios, foram conceitos básicos necessários tanto para a formação do futuro técnico em contabilidade quanto para qualquer cidadão.

Na ficha de questões havia um espaço reservado para o aluno escrever resumidamente como ele resolveu a questão, se usou calculadora ou como fez os cálculos.

No questionário, havia um espaço onde apareciam modelos de teclas encontradas em uma calculadora científica para que fossem reconhecidos pelos alunos. As teclas $\sqrt{}$ *, +/-, %, x, +, -, :, =, MR, M-, M+, são encontradas em qualquer calculadora simples de quatro operações. As teclas* x^y, $x^{1/y}$, π , x^2 *, são encontradas nas calculadoras científicas e dificilmente encontradas em calculadoras simples, mas expressam conceitos matemáticos que já haviam sido trabalhados pelos alunos. Os conceitos matemáticos expressos nas teclas log,* 10^x, *ln,* e^x, *sin,* $\sin^{-1}$, *cos,* $\cos^{-1}$, *tan,* $\tan^{-1}$, *DEG, RAD, GRA, x! não tinham sido vistos pelos alunos até aquele momento.*

Não foram colocadas, nesse quadro, as representações das teclas dos algarismos do sistema numérico decimal, pois foi presumido que todos os alunos já as conheciam e sabiam seus significados matemáticos.

C.4. Observação em sala de aula

As observações em sala de aula foram fundamentais para que se pudesse ver como realmente era utilizada a calculadora em uma situação real.

No início deste trabalho de pesquisa, ainda numa fase de definições metodológicas, houve uma tentativa de observar os alunos definindo categorias isoladas, como, por exemplo, "pegar a calculadora", "escrever no caderno", "falar com colega". O ambiente de uma sala de aula, no entanto, é muito rico em comportamentos; descrever apenas alguns, como se os outros não fizessem parte daquele ambiente, e além, separar em categorias isoladas, como havia sido pensado inicialmente, iria contra os fundamentos filosóficos e metodológicos desta pesquisa. Sendo assim, optou-se por realizar uma observação geral dos acontecimentos na sala de aula, focalizando o relacionamento dos alunos com a máquina e a maneira como os conteúdos matemáticos eram tratados durante as aulas, utilizando a calculadora ou não.

As observações foram realizadas com a pesquisadora sentada em uma carteira, anotando na forma de diário, atos e falas que fossem relevantes, além de acompanhar a resolução de exercícios em grupos, junto com a professora.

Houve, no início do período de observação, o esclarecimento inicial aos alunos da identidade do observador, assim como os objetivos do trabalho de pesquisa que estava sendo desenvolvido. Não houve uma interferência direta do pesquisador nas atividades de aprendizagem realizadas. As aulas, tanto sua preparação quanto o seu desenvolvimento, foram realizadas pela professora. Este método de observação foi classificado por LÜDKE e ANDRÉ como "observador como participante" (1986, p. 29).

As observações foram relatadas na forma de diário (exemplos nos anexos 2 e 3), e foram realizadas durante o período da tarde (2º D) em aulas de 50 minutos e, durante o período noturno (2º G), em aulas de 40 minutos. As observações foram realizadas durante o segundo e terceiro bimestre (de 04/05/95 à 06/07/95 e 31/07/95 à 28/09/95, respectivamente), num total

aproximado de 23 horas. Não foi necessário um período extenso de observações, já que o objetivo foi o de realizá-las no período de desenvolvimento de determinados conteúdos (juro composto, desconto composto, função exponencial e logarítmica) nos quais a professora utilizaria com mais freqüência a calculadora em suas aulas.

C.5. Entrevistas

Além de ir ao encontro com a metodologia a qual se baseia esta pesquisa, a entrevista tornou-se uma boa fonte de dados.

Tanto na entrevista realizada com a professora, quanto nas realizadas com os alunos das duas turmas pesquisadas, foi utilizado um gravador. As gravações foram transcritas posteriormente.

Não foi seguida uma ordem rígida de questões, mas utilizados roteiros (anexos 4 e 5). Dessa maneira, tentou-se fazer com que os entrevistados pudessem se expressar de maneira espontânea e discutir fatos além daqueles que se encontravam no roteiro inicial, enriquecendo ainda mais as entrevistas.

O uso da calculadora é um assunto já conhecido pelos alunos e pelos professores. No entanto, tentou-se, no desenrolar das entrevistas, não direcionar a discussão para determinado ponto de vista do pesquisador, deixando os entrevistados livres para expressarem suas opiniões.

A professora foi entrevistada individualmente, podendo, assim, expor suas opiniões a respeito do tema deste trabalho de pesquisa. Ela foi realizada em sua casa, fora do período de aula, onde foram abordadas questões específicas do trabalho do professor, tanto referentes aos conteúdos e métodos de ensino de matemática, quanto às questões gerais sobre o uso da calculadora.

Os alunos foram entrevistados coletivamente, durante uma aula de matemática, com o objetivo de tentar buscar informações relativas ao uso da

unesp

calculadora, às maiores dificuldades encontradas, e sobre outros fatos relevantes que poderiam ser levantados.

I I I. CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA CALCULADORA NA SALA DE AULA

A. A Proposta Curricular da Secretaria da Educação

A Proposta Curricular de Matemática para o Ensino de Matemática (2º grau) (SÃO PAULO, 1992) considera a participação do aluno na elaboração do conhecimento fundamental no processo ensino-aprendizagem. Os conceitos matemáticos devem ser significativos, ou seja, deve-se *"dar ênfase ao processo de construção de um conceito"* (1992, p. 13). Sendo assim, ela propõe o uso de problemas em aberto, dependendo da interpretação de determinação de condições para serem resolvidos pelos alunos.

"Na busca das concretizações, pode-se correr o risco, muitas vezes, de artificializar aplicações concretas, bem como de tentar partir constantemente do concreto manipulável. No entanto, é preferível que alguns conteúdos se justifiquem simplesmente como suporte para outros, do que buscar aplicações artificiais" (SÃO PAULO, 1992, p. 12).

Em alguns momentos, como no desenvolvimento de assuntos como funções, probabilidade, trigonometria, logaritmo e exponencial, a calculadora é vista como necessária, para que o aluno se liberte dos cálculos podendo se preocupar com as propriedades dos conceitos envolvidos.

Pode-se descrever alguns exemplos de problemas envolvendo o uso da calculadora, como sugere a Proposta Curricular:

- Construção de tabela com valores de tangentes (p. 75, 76)

A atividade tem o objetivo de familiarizar o conceito de tangente e construir uma tabela para ser utilizada na resolução de problemas.

É pedido que cada aluno faça medições dos catetos de triângulos retângulos determinados, com ângulos de 5°, 10°, 15°, etc., e façam a divisão de suas medidas (cateto oposto/ cateto adjacente), com aproximação de duas casas decimais. É sugerido que essa operação de divisão seja realizada com a calculadora, e que o professor confira os valores encontrados utilizando a tecla TAN de uma calculadora científica. Na resolução de problemas, para que os exercícios não se tornem maçantes e para não ter de usar sempre valores artificiais, é recomendado que o aluno utilize a calculadora na resolução.

Exemplo de exercício:

"Exemplo 8

a) Num triângulo ABC tem-se AB = 4 cm, ^B= 40°, Â= 0°. Calcule a medida de AC (usando a tabela trigonométrica).

b) Num triângulo ABC tem-se que AC = 4 cm, ^B = 40° e Â = 90°. Calcule a medida de AB (usando a tabela trigonométrica)."

- Teorema de Pitágoras (p. 77)

Como exemplo de exercícios, ainda dentro do tema "trigonometria do triângulo retângulo", é sugerido uma revisão do Teorema de Pitágoras. A sugestão é que a calculadora seja utilizada para realizar os cálculos, e que, inclusive, seja verificado se os alunos sabem utilizar a memória da máquina para que não precisem anotar resultados parciais.

Exemplo de exercício:

" Em cada item do exemplo 8, calcule a medida da hipotenusa BC."

Como durante os cálculos aparecerá $\sqrt{(4^2 + 3{,}36^2)}$, é sugerido que o professor verifique, utilizando a calculadora, que esse valor é diferente de (4 + 3,36), ou seja, que o "cancelamento" de índices que ocorre em $\sqrt{(4^2 . 3{,}36^2)}$, não deve ser realizado, pois é de uma soma que se está extraindo a raiz quadrada.

- Cálculo de distância, altura de triângulo (p. 81)

De acordo com a Proposta Curricular, nos problemas envolvendo cálculo de alturas, de distâncias, utilizando o conceito de tangente e elementos de geometria e de álgebra, como o exemplo a seguir, "o uso de calculadoras não prejudica o raciocínio do aluno (continuando a exigir conhecimento de propriedades algébricas, etc.), mas, ao contrário, liberta-o dos cálculos (que são elementos de segundo plano no exercício)."

Exemplo de problema:

"Exemplo 19:

Num triângulo ABC têm-se que ^B= 60°, ^C= 80° e BC = 6 cm. Calcule a altura do triângulo relativo ao lado BC (usando a tabela trigonométrica)."

Probabilidade

A visão intuitiva na resolução de problemas é sugerida para se dar início ao estudo dos conceitos envolvidos na probabilidade. Para isso, são propostos

problemas envolvendo o cálculo de freqüência relativa, e é neste caso que o uso da calculadora é citado.

Exemplo de problema:

" Suponha que uma máquina produz parafusos que podem ser defeituosos (D) ou não $\overline{D}$. Considere a experiência: examinar cada parafuso e registrar os eventos D e $\overline{D}$. Suponha que a experiência feita com determinada máquina mostrou o seguinte quadro:

nºde parafusos produzidos e examinados(nº de ensaios)	nº de parafusos defeituosos (nº de ocorrências de D)	freqüência relativa do evento D (f D)
100	6	
200	19	
300	29	
400	45	
500	57	
600	70	
700	84	
800	98	
900	112	
1000	127	
2000	239	
3000	367	
4000	511	
5000	636	
6000	755	
7000	876	
8000	996	
9000	1121	
10000	1253	

a) usando uma calculadora, calcule a freqüência relativa da ocorrência de um parafuso defeituoso (D), em cada caso e preencha a 3ª coluna da tabela. Estime a probabilidade de ocorrência do evento D.

b) Monte uma tabela semelhante à anterior para o evento $\overline{D}$ (a máquina produz um parafuso não defeituoso) , considerando a mesma máquina. Estime a probabilidade de ocorrência de $\overline{D}$, isto é, a probabilidade que a máquina produza um parafuso não defeituoso.

c) Compare os resultados correspondentes da 3ª coluna das duas tabelas" (p. 152-153).

Função exponencial e logarítmica

- Potência com expoente inteiro

Para se chegar no estudo da função exponencial, a Proposta Curricular sugere que se faça, em primeiro lugar, um estudo detalhado sobre potência. Com esse objetivo, o de desenvolver o conceito de potência, é sugerida a resolução de problemas diversos, envolvendo, por exemplo, o cálculo combinatório e a noção de juros compostos (p. 239). Segundo a Proposta Curricular, nos problemas de juros compostos, trabalhados dentro desse tópico, não há a necessidade de se ter conhecimentos específicos de Matemática Financeira, não precisando, assim, de que o professor inicie todo um estudo dentro dessa área.

Exemplo de problema:

"No primeiro dia útil de 1988 (data que será chamada "data-base") , um pequeno investidor tem o saldo de Cz$10.000,00 em caderneta de poupança (

estamos supondo que os "rendimentos" do último período que antecedeu a data-base já tenham sido creditados).

Para simplificar o problema, vamos supor que nos próximos meses, a instituição financeira, que retém o investimento em questão, pague (e continuará pagando) entre juros e correção monetária, rendimentos a uma taxa de 15% ao mês. Suponha que, a partir da data-base, não foram feitos depósitos nem retiradas. Nessas condições, calcule o saldo dessa conta, com relação à data base, após:

a) 1 mês;

b) 2 meses;

c) 3 meses;

d) 12 meses;

e) n meses (n inteiro e n≥0)" (p. 238).

Quanto ao uso da calculadora na resolução do problema citado, são feitos os seguintes comentários:

" Sobre o cálculo de $1{,}15^{12}$:

a) usando uma calculadora "simples":

digite: 1.15 x $\underbrace{===...=}_{11 \text{ vezes}}$

b) usando uma calculadora "científica":

digite: 1.15 y^x 12 ="

"Calculadora "simples" possui as 4 operações fundamentais, uma tecla $\sqrt{}$ e teclas de memória M+, M-, MR, MC.

Calculadora "científica" possui todos os recursos de uma calculadora "simples" e teclas para calcular valores de funções trigonométricas (e inversas), potências em geral e logaritmos decimais" (p. 239).

- Potência com expoente não inteiro

A sugestão para trabalhar os números irracionais, é iniciar com o significado de $\sqrt{2}$. Para isso, a atividade proposta para os alunos é a construção de tabela para o cálculo aproximado da $\sqrt{2}$, sem utilizar a calculadora, para que eles sentam a dificuldade dos cálculos.

Exemplo de problema:

"Obtenha a medida da diagonal de um quadrado cujo lado, numa unidade de comprimento, é igual a 1" (p. 249).

É construída uma tabela com valores aproximados da diagonal do quadrado (d), variando de 1,25 a 1,4142, e o cálculo de d x d.

Também é proposta a construção de tabela para o cálculo aproximado de $\sqrt[3]{2}$, dessa vez utilizando a calculadora. Os valores variam de 1,2 a 1,259925, e o problema inicial é:

"Um rapaz deseja construir um aquário de vidro, de forma cúbica, de 2 litros (2 l) de capacidade. Para isso, terá que comprar 5 lâminas de vidro, todas de forma quadrada (o aquário não terá tampa). Qual deverá ser, aproximadamente, a medida do lado de cada lâmina?" (p. 253).

Após serem trabalhados, por aproximação, os valores de $\sqrt{2}$ e de $\sqrt[3]{2}$, é proposta a formalização algébrica desses conceitos onde

$\sqrt{2} = 2^{1/2}$

$\sqrt[3]{2} = 2^{1/3}$

O próximo problema será de juros compostos, onde haverá a necessidade do cálculo de $\sqrt[4]{2}$.

"Uma caderneta de poupança paga aos seus depositantes, rendimentos a uma taxa de 100% ao ano. Suponha que os rendimentos são creditados trimestralmente. Um investidor coloca numa conta desse tipo Cz 10.000,00 numa data D (que será chamada data-base). Os rendimentos serão creditados nessa conta 1 trimestre, e trimestres, 3 trimestres...n trimestres após a data-base. Calcule o valor do saldo dessa conta naquelas datas, supondo que nesse período não haverá depósitos nem retiradas" (p.256)

São apresentadas três soluções, para esse problema, envolvendo o cálculo de $\sqrt[4]{2}$:

1) utilizando o método de aproximação, através da construção de tabela, como foi feito em problemas anteriores, variando de 1,10 a 1,24;

2) utilizando a tecla $\sqrt{\ }$, repetidamente ($\sqrt{\ }$ $\sqrt{\ }$) ;

3) utilizando a tecla y^x da calculadora científica.

- função exponencial e logarítmica

São apresentados problemas já vistos, com algumas modificações, como o problema 10:

" A pressão atmosférica (a pressão que a camada de "ar" exerce sobre os objetos) ao nível do mar é igual a 1 atm (lemos: "uma atmosfera").

Suponha que, ao se elevar um objeto de um ponto A a um ponto B, de modo que a altitude de B tenha 1000 m a mais que a altitude de A, a pressão atmosférica em B seja 90% da pressão em A (Veja figura)."

Apesar de não estar citada explicitamente, a maneira como são sugeridas as resoluções, indicam que foi utilizada a calculadora simples para o cálculo de raiz quadrada, como, por exemplo:

"pressão atmosférica a 500 m = pressão atmosférica a 0,5 km = $0,9^{0.5} = \sqrt{0,9}$ *."(p.270)*

ou

"pressão atmosférica a 1.250 m = pressão atmosférica a 1,25 km = $0,9^{1,25} = 0,9^{1+0,25} = 0,9 \cdot 0,9^{0,25} = 0,9 \cdot \sqrt[4]{0,9} = 0,88$*".*

Para a determinação da potência (logaritmo), foi utilizada inicialmente a tecla = repetidamente, como no problema 22 (p.280), que se refere ao enunciado do problema 10:

"a) Em qual altitude a pressão atmosférica é igual a 0,59049 atm?

b) Existe altitude em que a pressão atmosférica seja a metade da pressão atmosférica ao nível do mar? Por quê?"

"Devemos determinar um número h tal que $0,9^h = 0,59049$*. Uma opção consiste em multiplicar 0,9 por si mesmo, um certo número de vezes para vermos se conseguimos reproduzir o número 0,59049.*

Vamos buscar auxílio em uma calculadora:

digite: .9 X = = = = para obter, no visor da máquina, 0,59049.

Logo, a altitude, cuja pressão atmosférica é 0,59049, é de 5.000 m, ou 5 km " (problema 22, p. 280).

- Logaritmos

A apresentação de logaritmo é feita a partir da determinação de expoentes, sendo colocada como um problema inverso da exponencial.

Utilizando o mesmo problema de pressão atmosférica descrito anteriormente, a questão abordada agora é achar um número "h", tal que $0,9^h = 0,5$, observando o desenvolvimento de um gráfico h x pressão atmosférica.

Para se poder "igualar as bases" da equação 0,9h = 0,5, são apresentados os logaritmos.

É citada a tecla LOG de uma calculadora científica para determinar o expoente da base 10 que poderá "reproduzir um determinado número"(p. 283).

As calculadoras científicas são indicadas para serem utilizadas por serem práticas e rápidas, enquanto a utilização de tabelas logarítmicas necessitariam de um preparo técnico que dificultaria a determinação dos expoentes.

Exemplo de utilização da calculadora na resolução da equação $0,9^h = 0,5$:

"... para determinar o expoente da base 10, para reproduzir 0,9, digite: .9 LOG e obtenha - 0,04575749.

Para determinar o expoente de base 10, para reproduzir 0,5, digite: .5 LOG e obtenha - 0,301029995.

O significado de cada um desses números é:

$10^{-0,04575749} = 0,9$ *e* $10^{-0,301029995} = 0,5$

Logo, a equação do problema que estamos resolvendo sofre as seguintes modificações:

$0,9^h = 0,5$

$(10^{-0,04575749})^h = 10^{-0,301029995}$ *"(p. 285)*

"O conceito de logaritmo na base 10 é utilizado para transformar uma equação exponencial em outra equação exponencial, equivalente a primeira, na qual todas as bases envolvidas são iguais a 10 (a tecla LOG de uma calculadora científica fornece os expoentes respectivos)" (p. 286).

Matemática Financeira

- Noção de porcentagem

Na introdução à matemática financeira, o assunto "porcentagem' é tratado através de diversos problemas, como no exemplo:

"Em um exame vestibular inscreveram-se 25.500 candidatos para concorrerem a 580 vagas. Que porcentagem máxima de inscritos poderá preencher aquelas vagas, supondo-se que não poderá haver empates?" (p. 294).

A resolução sugerida para este problema é a realização da operação de divisão entre os números 580 por 25500, pelo método manual "da chave" (p.294). Não é sugerida a utilização da calculadora nessa resolução.

```
5800          ! 25500
70000         0,022745098039215686...
190000
 115000
  130000
   0250000
    205000
     100000
      235000
       055000
        040000
         145000
          175000
           220000
            160000
             07000
              "
               "
                "
```

São apresentados exercícios para completar, como o apresentado a seguir:

"Para determinar "quantos por cento" 120 representa de 1500, basta _____ por _____ e _____ o _____ por _____" (p. 294).

Em nenhum momento, nesta parte referente a porcentagem, foi citada a utilização da calculadora.

- Juro simples e juro composto

O conceito de juro, simples e composto, é trabalhado através da resolução de problemas. Alguns problemas são apresentadas com as respectivas resoluções, e outros são colocados como sugestões para serem utilizados em sala de aula. A utilização da calculadora científica é sugerida apenas no cálculo de juro composto, quando a noção de logaritmo é necessária para a resolução de problemas, como nos problemas 30 e 31:

" Cláudia aplicou Cz$ 15.000,00 a juros compostos de 6% ao mês. Após quanto tempo terá o montante de Cz$ 42.815,00?" (p.313).

"Com relação ao problema 30, vamos supor que Cláudia quisesse deixar os seus Cz$ 15.000,00 aplicados até que tivesse como rendimento o triplo do capital aplicado. Por quanto tempo deverá ser aplicado o capital de Cláudia?" (p.313).

Na resolução do problema 31, é sugerida a utilização da tecla y^x, encontrada em calculadoras científicas, para se fazer aproximações de resultados dos expoentes que se quer encontrar (logaritmos).

É sugerido que se desenvolva a matemática financeira praticamente sem pré-requisitos (p.292). O conceito de logaritmo, por exemplo, poderia ser trabalhado dentro da matemática financeira. Não haveria a necessidade de trabalhar, em particular, progressões geométricas ou logaritmos, caso os alunos ainda não tivessem trabalhado, para que se pudesse propor um curso de matemática financeira. Caso houvesse a necessidade do professor desenvolver melhor algum tópico, ele poderia interromper temporariamente, num momento oportuno, o desenvolvimento da matéria (p. 315).

É realizado, ainda dentro do capítulo sobre matemática financeira, um histórico sobre as tabelas de logaritmos, como o que foi realizado na página 282, no capítulo sobre logaritmos. Nessa parte, é citada a calculadora científica como substituta das tábuas de logaritmos decimais (p. 317).

Pelo mesmo motivo apresentadono capítulo sobre logaritmos, a utilização da calculadora científica é citada para o cálculo do logaritmo decimal pois, "uma consulta a tábua de logaritmos requer um considerável esforço e treinamento"(p.318).

Ao se tratar do cálculo de taxa efetiva de juros, no regime de juros compostos, aparece, na resolução de um problema, a equação $x^{12} = 1,2$. É sugerido que, ao invés de se resolver a equação $x = \sqrt[3]{2}$, seja construída uma tabela onde o valor de x seja encontrado através de aproximações. Vários valores são dados (1,1; 1,01; 1,02; etc.) e é calculada a potência x^{12} (p. 321). Para o cálculo das potências, é sugerida a utilização de uma calculadora simples:

" 1º passo:

digite 1.1 x = = = ... = e obtenha 3,138428377 ;
(10 vezes)

2º passo:

digite 1.1 x = = = ... = e obtenha 1,12682503
(11 vezes)"

Geometria

O estudo do volume de sólidos geométricos é feito através de construção de tabelas onde constarão os lados dos sólidos, a área da base e o volume a ser encontrado. Após a determinação do volume, de acordo com diferentes comprimentos de lados dos sólidos, é sugerido o seguinte problema:

"Construir um paralelepípedo retângulo de 30 cm^3 de volume, com o mínimo possível de cartolina" (p. 364).

Para resolvê-lo, é construída outra tabela com diferentes valores de lados de um paralelepípedo, sendo que o volume é sempre 30 cm^3 (p.365).

A solução, a partir do valor $\sqrt[3]{30}$ cm para as arestas, será encaminhada pelo professor através da multiplicação, chegando a aproximação do volume que é 30 cm^3. A construção dessa tabela é realizada sugerindo que se utilize a calculadora simples para os cálculos dos produtos. Segundo os próprios autores, esse encaminhamento para a solução da equação $x = \sqrt[3]{30}$ é o mesmo já desenvolvido no capítulo sobre potências e expoentes e matemática financeira.

Análise crítica

A utilização de tabelas na apresentação dos conceitos estão sempre presentes. Em muitos casos, como na construção da tabela de valores aproximados de $\sqrt{2}$ (p. 249), o cálculo manual é o sugerido. O algoritmo das operações aritméticas, nesses casos citados, são mais valorizados do que os próprios conceitos envolvidos. Portanto, nem sempre a utilização da calculadora é proposta para realizar a tarefa que ela faz tão bem, que é facilitar na realização de cálculos repetitivos.

Em "potência com expoente não inteiro", é sugerido que seja realizado o cálculo aproximado de $\sqrt{2}$ através de uma tabela, sem utilizar a calculadora, para que os alunos sintam a dificuldade dos cálculos. Sentir a "dificuldade dos cálculos " não parece algo muito estimulante para os alunos; torna-se até mesmo sem sentido, se a calculadora pode realizar esse cálculos. O valor aproximado de $\sqrt{2}$, por exemplo, pode ser trabalhado utilizando uma calculadora, trabalhando o conceito de raiz quadrada em cada tentativa que o aluno fizer. Isso sem o aborrecimento do cálculo manual. O único motivo, para trabalhar manualmente, seria o próprio "treino manual", e não trabalhar o conceito de raiz quadrada, ou mesmo a noção intuitiva de número irracional.

A utilização de um conceito ainda não visto pelo aluno, na introdução de outro conceito também novo, não vai ao encontro da proposta inicial de "construção desses conceitos". Isso porque para se construir um conceito, há a necessidade de resgatar os conceitos que os alunos já dominam. Sendo assim, nem sempre alguns conteúdos matemáticos podem ser trabalhados sem pré-requisitos, pelo menos os citados pela proposta onde no estudo de juro composto é utilizado logaritmo, e no estudo de logaritmo é utilizado juro composto. Aliás, apesar de ser afirmado que não há pré-requisitos para o desenvolvimento da matemática financeira, a maneira como o desenvolvimento do o conceito de logaritmo é descrito, dentro desse tópico, acaba evidenciando a necessidade dele para o desenvolvimento da matemática financeira. Então ele é um pré-requisito. O mesmo ocorre quando é sugerido que se veja os conteúdos do capítulo "potências e expoentes, onde é trabalhada a resolução de equações exponenciais.

No tratamento de "porcentagem", não é explorado o conceito de proporção, fundamental para esse estudo. Além disso, o cálculo manual de uma divisão (p. 294), não enfoca a porcentagem, e sim o próprio algoritmo da divisão.

B. A proposta para o ensino de matemática do CEETEPS

Para o CEETPS, a formação de técnicos de segundo grau não se limita apenas ao aprendizado de um ofício, mas é garantida aos alunos uma formação mais ampla e diversificada, "colocando a questão profissional numa perspectiva mais abrangente, voltada para a formação de um cidadão-técnico competente" (CEETEPS, 1995, p.4).

De acordo com a proposta para o ensino de Matemática da Coordenação de Matemática do Centro, o ensino dessa disciplina deveria ir de encontro com o "perfil de profissional do ano 2000, com raciocínio lógico, criatividade, habilidade para aprender novas qualificações, capacidade de tomar decisões, conhecimentos técnicos gerais, espírito empreendedor, responsabilidades com o meio ambiente, coma a preservação da memória histórico-social de seu contexto cultural, espírito de solidariedade e iniciativa técnico-científica para resolução de problemas e desenvolvimento de processos" (CEETEPS, 1995). Tendo essas habilidades como pressupostos, são colocadas como diretrizes do ensino de matemática: uma boa fundamentação conceitual; mostrar uma matemática como fator cultural do homem, situando-a historicamente; ir além da simples memorização, desenvolvendo uma matemática que desenvolva a capacidade de pensar, abstrair, sintetizar e generalizar.

A recomendação, portanto, para a ação dos professores é na direção dessas diretrizes, utilizando a História da Matemática, jogos e desafios, uso de resolução de problemas e análise de problemas reais, e utilização de recursos pedagógicos como jornais, revistas, computadores, vídeos e, inclusive, calculadoras (CEETEPS, 1995).

Não há uma instrução específica para o uso da calculadora em matemática. Há sugestões da utilização de resolução de problemas no desenvolvimento de diversos conteúdos como funções, análise combinatória e porcentagem.

unesp

C. Aulas de matemática: a calculadora em questão

Os conteúdos matemáticos, trabalhados nas classes observadas durante o ano, foram, nesta ordem, os seguintes: porcentagem, juro simples, desconto comercial simples, juro composto, desconto composto, função polinomial de primeiro grau, função polinomial de segundo grau, função exponencial, equação exponencial, logaritmos, matrizes. Desses conteúdos, a calculadora foi utilizada de maneira intencional em juro composto, desconto composto, função exponencial e logaritmo.

No tratamento dos conteúdos "juro composto" e "desconto composto", a calculadora era utilizada no auxílio para os cálculos com números decimais (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, radiciação). Os alunos resolviam os problemas com o auxílio da calculadora. Durante a correção dos problemas, realizada pela professora no quadro de giz, os alunos iam dizendo, a cada passo da resolução, os resultados parciais encontrados e, posteriormente, o resultado final. Todos esses cálculos poderiam ser realizados utilizando uma calculadora simples de quatro operações.

O logaritmo não foi utilizado na resolução de problemas de juro composto pois os alunos ainda não haviam aprendido este conceito. Apenas no quarto bimestre do ano letivo, após o estudo dos logaritmos, foi realizada a aplicação desse conceito no cálculo de tempo de aplicação de capital no regime de juro composto.

No estudo de função exponencial, a calculadora foi utilizada na transformação de frações em números decimais, para que ficasse mais claro a localização das coordenadas cartesianas na construção dos gráficos da função. Isso também servia para ajudar os alunos a observarem o comportamento da função em função do valor da base. Por exemplo, na função $y = 3^x$, foram calculados, utilizando a calculadora, os valores de:

1/3 = 0,333... (para x = -1)

1/9 = 0,111... (para x = -2)

1/27 = 0,0370 (para x = -3)

1/81 = 0,01234 (para x = -4)

1/243 = 0,0044 (para x = -5)

Sempre que solicitada, a professora orientava os alunos na utilização da calculadora.

Os alunos, de uma maneira geral, acharam que a calculadora ajudava nos cálculos e eles podiam, assim, entender melhor os conteúdos trabalhados. Os alunos do 2º D, do período da tarde, tiveram dificuldades no cálculo de porcentagem e na utilização da tecla %, como disse uma aluna, e todos os outros confirmaram:

" Fazer porcentagem foi mais difícil, até agora eu não consigo. Com a calculadora eu não consigo. Agora logaritmos, raiz quadrada já dá certo."

A calculadora não foi utilizada durante o estudo de porcentagem e juro simples, mas o foi em função exponencial e logaritmo. Os alunos tiveram dificuldade em associar o conteúdo trabalhado com a utilização da tecla para o cálculo de porcentagem, e concordaram que a calculadora poderia ser utilizada desde o início do ano, como afirma uma aluna:

"Eu acho que deveria ser usada desde o início, desde o princípio. Nós usamos mais no final, né, não no começo."

Os alunos do 2º G, no período noturno, tiveram dificuldades na utilização da raiz quadrada e outras teclas, como afirma uma aluno, ao perguntar se tiveram dificuldades na utilização da calculadora:

"Tivemos sim, principalmente na área de fazer raiz quadrada, cálculos, porque a gente nunca teve essa oportunidade de trabalhar com a calculadora, e

devido a essa oportunidade de trabalhar com a calculadora gente passou a aprender mais o uso dela. Não que seja difícil, é fácil, mas tem muitas teclas que a gente não sabia o porque daquelas teclas. "

Através da análise dos questionários respondidos pelos alunos, percebe-se que a maioria (90%) dos alunos que responderam aos questionários desconhecem a maioria das teclas de uma calculadora, mesmo aquelas encontradas em uma calculadora simples de 4 operações, como as teclas de memória e a de mudança de sinal +/-. É compreensível que os alunos desconhecessem algumas teclas, como as referentes às funções trigonométricas, e a referente ao cálculo de fatorial de um número, já que são conteúdos matemáticos que eles não haviam aprendido até aquele momento.

D. Os mitos ainda existem?

A professora entrevistada já havia tido a experiência de trabalhar com calculadoras em suas aulas, principalmente em matemática financeira, na Escola Técnica. Além desse conteúdo, já havia trabalhado em alguns poucos itens, como em função exponencial. Tanto nas escolas particulares, em que já trabalhou, quanto nas escolas vinculadas à Secretaria da Educação, ela não teve essa mesma experiência. Ela acreditava que nas escolas não técnicas da rede estadual haveria uma dificuldade de se trabalhar, pelo fato dos alunos alegarem não poderem comprar material escolar, quanto mais uma calculadora.

Na entrevista com os alunos, notou-se que alguns alunos têm a noção de que a calculadora apenas serve para ajudar nos cálculos, e quem tem que pensar são eles mesmos, como no depoimento relatado na entrevista:

"A calculadora só serve para você calcular. Agora você é que vai ter que começar o problema inteiro. Só para fazer as contas mesmo."

A rapidez nos cálculos, a facilidade de utilização, a precisão dos resultados, a utilização fora da escola em assuntos práticos e no trabalho, foram algumas das vantagens da calculadora citadas pelos alunos, através dos questionários, quando pedido para escreverem sobre o uso da calculadora:

" Bom, é uma forma prática para quem tem pressa..."

"É bem mais fácil e prática para fazer cálculo difíceis, torna-o mais rápido..."

"Ela agiliza o serviço com precisão nos resultados das operações e por ser de fácil utilização."

" O uso da calculadora, com certeza, agiliza o trabalho com exercícios dentro da escola e também com contas de casa e no serviço. Ela nos presta um grande favor em economizar tempo nos nossos dias atarefados e nos presta o serviço de forma mais rápida."

" A calculadora tanto na escola, como fora dela, nos auxilia muito, nos proporcionando mais rapidez e certeza nas contas."

A maior desvantagem da utilização da calculadora, citada pelos alunos nos questionários, foi o fato dela deixar a pessoa "preguiçosa para pensar", como nos relatos a seguir :

" ... sou a favor do aprimoramento das faculdades mentais de um ser, por isso eu procuro me esforçar para não habituar a esse uso, para não atrofiar a capacidade de interpretação e memorização."

"... quando a pessoa acostuma, fica meio lerda das idéias."

" O uso dela é muito bom, mas atrapalha. A pessoa acostumada com seu uso, depois não quer nem pensar. Deveria ser proibido o seu uso na escola; não acho legal. O aluno aprende a calcular tão simplesmente."

Na entrevista com a classe do noturno, surgiu também a preocupação com a não utilização da calculadora em concursos e no vestibular:

" Mas que nem uma pessoa assim, ela acostuma muito com a calculadora, depois chega um vestibular, ou um concurso, ela está acostumad, ela não consegue fazer nada, ela nem uma conta de multiplicação; ela fica enrolada. Em certo ponto, ela ajuda mas, também, ela acomoda a pessoa."

Apenas cinco professores responderam ao pedido de relatarem por escrito suas opiniões a respeito da utilização da calculadora. A utilização da calculadora na formação do profissional para atuação no mercado de trabalho foi uma das preocupações citadas:

" Todas as pessoas devem ter acesso, tanto quanto possível, a todo tipo de equipamento que lhe seja útil.

Uma escola, principalmente uma escola técnica, deve passar aos seus alunos condições e conhecimentos para que ele possa utilizar de uma calculadora."

"... é condição indispensável que nossos alunos sejam formados dentro da visão moderna de mercado de trabalho, e na sala de aula, não se distancie da tecnologia que ele mesmo vive fora da escola. O uso de calculadoras eletrônicas (microcomputadores) nunca substituirá o ser pensante que é o aluno; as disciplinas que a envolvem devem ser remodeladas ao seu uso..."

Dos cinco professores, dois deles citaram sua preocupação em relação aos alunos:

"O raciocínio deve ser feito pelo aluno, a máquina deverá somente servir de instrumento facilitador das operações matemáticas. Infelizmente nossos alunos, bem como alguns professores (em alguns casos) para 'não ter trabalho do pensar', o que facilita muito o trabalho dos docentes e é mais para os alunos, que têm, na verdade, um enorme 'preguiça mental'."

"Entretanto, a trivialização do uso de recursos da informática, em algumas situações, pode ser prejudicial. Operar uma calculadora para se calcular uma divisão qualquer é uma tarefa rápida e simples, mas suprime o exercício do raciocínio para se chegar a tal resultado. A supressão pode significar a atrofia da habilidade de se desenvolver não apenas contas, mas conceitos fundamentais do homem."

Pelos dados coletados nessa pesquisa, e pela experiência adquirida da pesquisadora, tanto na escola, quanto fora dela, pode-se selecionar algumas idéias do senso comum a respeito da utilização das calculadoras.

Quanto ao lado positivo de sua utilização, pode-se citar:

- rapidez nos cálculos (economia de tempo);
- facilidade de utilização;
- precisão nos resultados;
- útil para realização de cálculo difíceis;
- útil na vida prática;
- necessária no trabalho.

As desvantagens, freqüentemente citadas, quanto a sua utilização, são:

- a atrofia da mente;
- causa dependência;
- causa perda das habilidades de realizar cálculos manuais.

Essas conseqüências da utilização da calculadora são citadas, e questionadas, por MICHELOW (1979). Para o autor, ao se afirmar que o uso da calculadora causaria tais conseqüências, se está tomando como base, para o desenvolvimento do raciocínio matemático, e até mesmo como conceito de inteligência, a habilidade de realização de cálculos manuais. Só que o cálculo manual pode simplesmente ser resolvido sem que haja muita reflexão sobre eles, sem que se conheça o conceito matemático que ele envolve. Para isso, basta saber reconhecer os símbolos a serem utilizados, seguir a risca as instruções que estabelecem o algoritmo e memorizá-lo.

LEECHFORD E RICE (1982) elaboraram um programa de ensino de matemática voltado para a utilização da calculadora, com o objetivo de verificar se tal programa teria efeito negativo, nos alunos, em relação à capacidade de realizar cálculos e de resolver problemas. Nesse programa, os alunos eram instruídos, em cada lição, a resolverem problemas de estimação mental, com cálculos manuais selecionados, e com a manipulação da calculadora. Foi realizado um teste padrão (California Test of Basic Skills) em uma classe de sexta série (sixth grade), antes e após o desenvolvimento do programa. No teste realizado, após o desenvolvimento do programa, um grupo de alunos utilizou a calculadora e outro não. Foi verificado, através dos resultados da pesquisa, que os alunos melhoraram a capacidade de realizar cálculos e de resolver problemas, não havendo nenhuma perda dessas capacidades. Além disso, verificou-se que não houve diferenças entre meninas e meninas, e entre o grupo que utilizou a calculadora e o que não utilizou. Isso mostra que em um programa voltado para o uso da calculadora, onde o cálculo mental e o manual não são totalmente esquecidos, não prejudica a capacidade de raciocinar dos alunos. Ao contrário, como os próprios autores afirmam, ajudou os alunos a pensarem mais nos fatores relevantes de um problema, pois o tempo gasto com os cálculos foi menor. Apesar dessa pesquisa ter sido baseada apenas em dados estatísticos, não havendo uma preocupação com a descrição da realidade escolar em que se encontravam as crianças, ela é um dos poucos

exemplos de pesquisa em que se pode ter como referência em relação ao uso das calculadoras na escola.

Muitos conceitos matemáticos fundamentais acabam sendo esquecidos, ou passam despercebidos, ao longo do processo escolar, por se valorizar as técnicas operatórias. Daí o aluno não saber o conceito de divisão, por exemplo e, assim, não entender seu algoritmo. Um exemplo da falta de conhecimento desse conceito, e dos números racionais, é a grande dúvida apresentada, constantemente pelos alunos quando aparece uma divisão por valores menores que um: "Por que quando eu divido 3,5 por 0,75, o resultado é maior que 3,5?". Mesmo para os alunos que não sabem realizar de maneira satisfatória os algoritmos das operações fundamentais, a utilização da calculadora pode ajudá-los a rever conceitos fundamentais de sistema decimal posicional, números irracionais e racionais, e suas operações.

Outras desvantagens foram citadas pelos professores participantes da pesquisa. Entre elas, estão algumas que se referem às citadas anteriormente:

- alunos fracos, continuariam "fracos de pensamento";

- alunos não saberão mais fazer algoritmos manualmente.

- alunos sentirão dificuldade no vestibular, por não saberem mais resolver os algoritmos das operações;

Foram citadas também:

- alunos não podem comprar;

- com o salário ganho por um professor não dá para aperfeiçoar as aulas, ou adaptá-la para o uso de equipamentos eletrônicos.

É de conhecimento geral que o preço de uma calculadora simples é muito baixo. Grande parte dos alunos já possuem uma, e se não possuem, o empréstimo é uma boa maneira de se poder utilizar na sala de aula, seja o empréstimo entre os alunos, ou da escola, caso essa se proponha a ter algumas para utilização dos alunos.

A questão salarial e de condições de trabalho do professor são problemas a serem levados em consideração, sem dúvida, mas que não invalidam a oportunidade de se repensar a prática pedagógica.

E. "Afinal, você é contra ou a favor?"

Em várias ocasiões em que havia a necessidade de explicitação do tema desta pesquisa, surgia a pergunta "Afinal, você é contra ou a favor?". A utilização da calculadora na sala de aula ainda está muito centrada nos mitos citados anteriormente, e na "autorização" de seu uso ou não. Ela ainda é vista como algo proibido, que faz parte da vida fora da escola, algo completamente dissociado da vida escolar, e que não merece a "honra" de entrar para o mundo da educação formal.

O que poucos percebem é que o uso da calculadora na sala de aula vai além do "deixar" e do "proibir". O que se deve questionar é como a escola pode se aproximar dos conhecimentos do cotidiano sem que se trabalhe apenas no nível do senso comum; como a calculadora pode contribuir para isso, em que ela pode ajudar no tratamento desse conhecimento formal, em quais conteúdos é interessante utilizá-la, quais suas limitações, quais os melhores procedimentos metodológicos para a sua introdução no tratamento de cada assunto.

Nota-se, portanto, que "ser contra ou a favor" é uma maneira simplista de encarar a possibilidade de utilização da calculadora na sala de aula. Ao se realizar um planejamento de ensino deve-se analisar, antes da escolha dos recursos auxiliares, os objetivos, os conteúdos a serem trabalhados e os procedimentos de ensino. Logo, não é coerente simplesmente introduzir a calculadora na sala de aula sem que esses aspectos fundamentais para a ação pedagógica sejam repensados na realização do planejamento escolar.

No caso do ensino da matemática, a calculadora poderá ser utilizada com sucesso se forem tomados como objetivos a valorização do conhecimento cotidiano do aluno e, o aumento da ênfase no tratamento dos conceitos, e não nos algoritmos ou nas técnicas manuais de cálculo, e se os procedimentos metodológicos e os próprios conteúdos estiverem de acordo com esses objetivos.

unesp

O professor, dificilmente, achará material já pronto para a utilização em sala de aula. Poucos livros didáticos apresentam problemas para serem trabalhados com o auxílio da calculadora. Mesmo na Proposta Curricular (SÃO PAULO, 1992) há pouco material, e este ainda muito ligado ao cálculo manual e na resolução de problemas com ênfase nos cálculos manuais, como já descrito neste trabalho de pesquisa. Caso o professor queira valorizar os conceitos ao invés das fórmulas decoradas ou do cálculo manual, utilizando a calculadora, poderá utilizar os problemas encontrados nos livros didáticos, desde que estes sejam adaptados para a utilização da calculadora.

A tarefa de adaptação do conteúdo caberá ao professor, na preparação de sua unidade de estudo, e até mesmo na preparação da aula. Lembremos que a preparação da aula é extremamente necessária quando se pretende ter uma ação pedagógica planejada. No caso de se pretender utilizar a calculadora, tem que se levar em consideração que o tempo gasto na resolução de cálculos manuais será menor, e que determinados conceitos poderão ser melhores explorados com a sua utilização.

Em relação ao livro didático, independente da utilização ou não da calculadora, a sua utilização para consulta pelo professor não deve ser a única fonte na preparação da aula. Cabe ao professor adaptar o conteúdo de acordo com seus objetivos e metodologia.

Portanto, utilizar a calculadora na sala de aula, como qualquer outro instrumento auxiliar de ensino, exige reflexão sobre os objetivos do ensino, mudança no tratamento de muitos conteúdos e na elaboração de novas abordagens metodológicas.

F. A mudança necessária

Como já foi dito anteriormente, os componentes objetivos, conteúdos e métodos constituem uma unidade, um devendo ser coerente com o outro na

tentativa de bons resultados na aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Essa reflexão se faz necessária, antes de mais nada, ao se pensar na introdução da calculadora, ou qualquer outro instrumento, como auxiliar na atividade pedagógica na sala de aula.

"Por que usar a calculadora?"

Ao se responder essa pergunta, se está refletindo sobre os objetivos da utilização desse instrumento, como auxiliar no ensino da matemática escolar, que devem ser coerentes com os objetivos gerais desta disciplina.

Pode-se considerar como objetivos da utilização da calculadora:

1 - capacitar os alunos quanto à utilização de todos os recursos de uma calculadora;

2 - facilitar os cálculos e torná-los mais rápidos e precisos;

3- facilitar a aprendizagem de conceitos que necessitam de muitos cálculos, tornando mais claro para o aluno o conceito matemático;

4 - aproximar os dados matemáticos dos dados encontrados no cotidiano;

5 - ajudar na preparação do aluno para o mercado de trabalho.

Esses objetivos foram baseados no que foi descrito por diversos autores a respeito da utilização da calculadora e pelo que foi citado como vantagens do uso deste instrumento pelas pessoas pesquisadas.

"Como usar a calculadora?"

A maneira de utilização da calculadora na sala de aula vai depender, inicialmente, de uma análise diagnóstica da realidade que se encontra. Deve-se verificar:

- se todos, ou a maioria dos alunos, têm calculadora;

- se há a possibilidade de empréstimo de calculadoras entre os alunos ou pela escola;

- se os conteúdos trabalhados não abordam apenas técnicas de cálculo manual;

- se o aprendizado dos conceitos matemáticos são prioritários, e se os cálculos manuais podem ser deixados em segundo plano para que esses conceitos sejam focalizados.

Utilizando a calculadora na sala de aula, o professor, além de ter de reelaborar muitos problemas encontrados nos livros textos, deverá também orientar os alunos na utilização das teclas da calculadora, e quais os caminhos a seguir na ordem de resolução de um cálculo. As calculadoras, freqüentemente, apresentam pequenas diferenças no seu funcionamento, e o professor deverá atender aos alunos, sendo esta uma boa oportunidade para resolver de diferentes maneiras determinado cálculo. Além disso, pode-se aproveitar a oportunidade para, inclusive, rever conceitos matemáticos básicos como, por exemplo, o de sistema decimal posicional e números racionais e irracionais.

Como já foi dito anteriormente, os problemas não devem ser somente aplicações de técnicas algorítmicas e, portanto, o professor deve modificar muitos conteúdos dos livros textos que achar conveniente.

Trabalhando com valores que estão mais próximos com valores que surgem na vida quotidiana, os números decimais e os irracionais aparecerão com freqüência, tendo o professor que lidar com as aproximações. Para um mesmo problema, pode-se encontrar diferentes resultados, dependendo das aproximações estabelecidas durante o processo de cálculo. Sendo assim, o professor deve deixar claro para os alunos os possíveis erros de arredondamento que podem acontecer, a importância da ordem de grandeza dos dados do problema, e estabelecer normas na correção desses problemas, mesmo quando na aplicação de um instrumento de avaliação.

unesp

Percebe-se que, diante de situações novas que o professor pode encontrar durante a aula, o diálogo entre professor e alunos, e entre os alunos, é fundamental.

Além disso, os instrumentos de avaliação a serem adotados, e a preparação e aplicação deles, devem levar em consideração a utilização, ou não, da calculadora.

Quando usar a calculadora?

Para a utilização da calculadora, com sucesso na sala de aula, é necessário que o professor tenha claro quando é interessante usar a calculadora e quando não é. Para isso, em primeiro lugar, é fundamental que esteja claro, para o professor, o que é uma calculadora, qual o tipo que será utilizado, o que ela poderá fazer e quais suas limitações. No caso da calculadora não programável, é necessário lembrar que ela somente realiza algoritmos já pré estabelecidos e que, portanto, ela não deverá ser utilizada se o objetivo for ensinar os algoritmos das operações fundamentais.

Outro ponto fundamental é ter clareza sobre os conceitos matemáticos a serem trabalhados. Se a calculadora somente realiza os algoritmos, ao ser utilizada, a ênfase deverá ser nos próprios conceitos matemáticos e não nos algoritmos das operações. Aliás, os conceitos que estão embutidos nos cálculos devem ser conhecidos pelo usuário, pois só assim ele saberá se os resultados são compatíveis com os seus cálculos ou até mesmo se a calculadora está cometendo erros, ou se o próprio usuário cometeu erro ao digitar .

A calculadora pode ser muito útil, mas quando apenas apertar a tecla não resolve o problema. É o caso, por exemplo, da utilização da tecla de porcentagem (%), que por si só não resolve os problemas de matemática financeira. Os problemas sempre necessitam do raciocínio de quem resolve

para saber, por exemplo, "porcentagem de quê?", "Sobre o preço de custo ou de venda?", "Quantos por cento eqüivale isso daquilo?".

Caberá ao professor a decisão de utilizar a calculadora nas suas aulas, assim como a maneira pela qual essa utilização trará bons resultados para a melhoria do aprendizado da matemática. Portanto, a criatividade do professor, no planejamento de suas aulas, é de fundamental importância, já que ao se planejar a aula, ele estará levando em consideração todos os aspectos da realidade da classe com a qual trabalha, e os conceitos matemáticos que pretende trabalhar. Por essa razão, a utilização da calculadora não se limita aos conteúdos que serão citados aqui neste trabalho, servindo, estes conteúdos, apenas de sugestão.

Independente do conteúdo matemático no qual se pretende utilizar a calculadora, pela própria condição de máquina para efetuar algoritmos já programados, muitos conteúdos básicos de matemática podem ser revistos, de acordo com as dificuldades encontradas pelos alunos. O professor deve aproveitar esses questionamentos para rever determinados conceitos. Dúvidas sobre o sistema numérico decimal, as operações fundamentais, as operações algébricas e a ordem de resolução acabam sendo tiradas na medida em que os alunos têm de descobrir a melhor maneira de teclar as operações, qual a ordem, quais teclas apertar, para facilitar seus cálculos. Com a utilização da calculadora pode-se retomar conceitos matemáticos fundamentais como operações com números racionais, números relativos, frações decimais, números irracionais, potenciação, radiciação, ordem de grandeza e aproximações.

G. A calculadora na sala de aula: sugestões

Progressões

O estudo das progressões muitas vezes é realizado dando ênfase apenas à linguagem matemática e à utilização de fórmulas já prontas.

Geralmente esse estudo, como o de muitos outros assuntos da matemática escolar, são iniciados pela definição, passando-se para os exemplos, e depois para os exercícios de aplicação. No caso das progressões, pode ser realizada uma introdução onde é mostrado o que é uma seqüência numérica. Mesmo nessa introdução, freqüentemente, é utilizada uma linguagem formal, através das fórmulas de formação da seqüência. Desde o início é dada ênfase à linguagem matemática. Isso faz com que o aluno não entenda realmente o conceito que está trabalhando e apenas decore a técnica de formar uma seqüência dada, de achar a razão ou as fórmulas, como a do termo geral e da soma dos termos. O uso de índices para ordenação dos elementos de uma progressão geralmente é algo totalmente novo para o aluno. A progressão, que nada mais é que um conjunto numérico ordenado segundo determinada regra, e que os alunos acabam utilizando de alguma forma em seu cotidiano, acaba se tornando algo completamente sem sentido.

Para o aluno entender o conceito de progressão, antes de ser introduzida a linguagem formal de progressão na forma de seqüência utilizando índices, é necessário que ele perceba o que realmente está acontecendo com os números da seqüência. Isso pode ser realizado com a orientação do professor, utilizando-se a calculadora. O conceito de razão, e a distinção entre uma seqüência qualquer e uma progressão, aritmética ou geométrica, crescente ou decrescente, fica mais clara e divertida se o aluno manipula uma calculadora. O professor pode, inclusive, orientar os alunos a utilizarem as teclas das operações para a realização de uma operação com uma constante, de acordo com a progressão que se está tentando verificar. Esse recurso difere um pouco de calculadora para calculadora, mas geralmente é encontrado tanto nas calculadoras simples quanto nas científicas.

Exemplo 1: Achar os 20 primeiros termos da progressão aritmética na qual o primeiro termo é igual a 10 e a razão é igual a -3.

Teclas da calculadora a serem apertadas :

unesp

3 +/- ++10= = = = = = = = = = = = = = = = = = =
19 vezes

Aparecerá no visor:

3 -3 k 10 7 4 1 -2 -5 -8 -11 -14 -17 -20 -23 -26 -29 -32 -35 -38 -41 -44 -47

O mesmo vale para a progressão geométrica, como no exemplo:

Exemplo 2: Achar os valores dos 10 primeiros termos da progressão geométrica, na qual o primeiro termo é igual a 10 e a razão é igual a 0,9.

Teclas da calculadora a serem apertadas :

.9 X X 10= = = = = = = = = =
9 vezes

Aparecerá no visor:

0.9 k 10 9 8.1 7.29 6.561 5.9049 5.31441 4.782969 4.3046721 3.8742049

Noção de séries e de limites

Dando continuidade ao estudo das progressões, a soma dos termos de uma progressão geométrica infinita é uma boa oportunidade para introduzir a noção de séries e de limites, sem que para isso se utilize uma linguagem formal. A calculadora auxilia muito neste caso, pois o aluno pode ir apertando as teclas e com facilidade verificar para onde vão "tendendo" os valores da progressão e a soma procurada. Essa é, também uma boa oportunidade de utilizar o recurso da memória da calculadora para o cálculo da soma, como no exemplo abaixo.

Exemplo 3: Ache a soma dos termos de uma progressão geométrica infinita, na qual o primeiro termo é igual a 2 e a razão é igual a 0,2.

Teclas da calculadora a serem apertadas:

2 M+ .2 X X 2 $\underbrace{\text{M+ M+ M+ M+ ... M+}}_{\text{9 vezes, por exemplo}}$ M

Aparecerá no visor:

2 M 0.2 2 0.4 0.08 0.016 0.0032 0.00064 0.00128 0.0000256 0.0000051 0.000001 2.4999997

Neste exemplo, os valores dos termos da P.G. tendem a zero e a soma tende para 2,5. Caso o professor ache interessante, pode comparar esse resultado com o encontrado ao aplicar a fórmula da soma:

$S = a_1 / 1 - q$

$S = 2 / 1 - 0,2$

$S = 2 / 0,8$

$S = 2,5$

Funções

No estudo das funções, a calculadora pode ser muito útil na construção de gráficos, o que geralmente auxilia a compreensão do conceito de função. Geralmente, nas aulas de matemática, ao se calcular valores da função, utilizam-se números inteiros para que o cálculo manual seja viável. Isso faz com que o aluno, muitas vezes, não visualize o que está acontecendo com os valores da função, e até mesmo não consiga perceber a continuidade de muitas funções que são trabalhadas durante o segundo grau. Utilizando a calculadora, pode-se realizar cálculos com valores decimais em intervalos pequenos e que, representados as coordenadas dos pontos em papel quadriculado, tornaria bem mais fácil a visualização, pelo aluno, do comportamento da função. Esse procedimento é válido para todos as funções, como as polinomiais de primeiro e segundo graus, funções logarítmicas e as exponenciais.

Exemplo 4 (MILLER, HAZEKAMP, 1978): Gráfico de $y=x^2$

1) Complete a tabela usando a calculadora. Arredonde as respostas na ordem de centésimos.

x	$y = x^2$
.00	.....
.05	.....
.10	.....
.	
.	
.	
.90	.....
.95	.....
1.00	.....

2) Depois de completar a tabela, represente os pares (x,y) no papel quadriculado.

2) Junte os pontos com uma curva para completar o gráfico.

Esse procedimento também é útil para introduzir a noção de limite de uma função.

Exemplo 5 (MAOR, 1976) : Verificação do limite da função $\lim_{n \to \infty} \sqrt[n]{a} = 1$.

Para isso, basta escolher um número positivo e pressionar a tecla de raiz quadrada várias vezes. Neste caso, as raízes que serão calculadas são uma parte dos valores do limite, as raízes quadrada, quarta, oitava, e assim por diante. Mesmo assim, já dará para verificar o limite dessa função.

Matemática financeira

Em matemática financeira, desde as noções de porcentagem, até a utilização de fórmulas para o cálculo do juro composto, por exemplo, a utilização da calculadora não só poderá ser útil como recomendada. Isso não exclui o desenvolvimento inicial desse conteúdo utilizando as frações e o cálculo mental, mas é fundamental que o aluno saiba utilizar a calculadora para resolver seus problemas.

Exemplo 6: Utilize o cálculo mental e verifique para qual valor as porcentagens mais se aproximam. Depois confira o resultado utilizando uma calculadora.

a) 5% de 89 é aproximadamente:

( ) 12 ( ) 10 ( ) 8,9 ( ) 7 ( ) 6,5 ( ) 4,5

b) Qual a porcentagem que 12 é de 158:

( ) 12% ( ) 10% ( ) 9,5% ( ) 7,5% ( ) 6% ( ) 4,5%

Estas sugestões podem ser praticadas com o objetivo de exercitar o cálculo mental e para desenvolver a noção de porcentagem. Elas podem ser realizadas na forma de jogo, nas quais os alunos respondem a vários itens; depois é realizada a correção e a verificação de quem se aproximou mais dos valores corretos. Pode-se determinar uma pontuação pelas aproximações em categorias como, por exemplo, super estimador, excelente estimador, bom estimador, precisa praticar.

A matemática financeira deve trabalhar também com resolução de problemas práticos do cotidiano, que sem a calculadora se tornaria inviável resolvê-los. Caso o professor tente adaptar esses problemas, utilizando valores arredondados para facilitarem os cálculos manuais, os problemas se tornariam artificiais. Desta maneira, esses problemas não estariam retratando os vivenciados pelos alunos no dia-a-dia, fazendo com que o ensino de matemática financeira, na escola, fique sem sentido, sem objetivo.

O desenvolvimento da matemática financeira é uma boa oportunidade para os alunos aprenderem a relacionar os conteúdos matemáticos desenvolvidos na sala de aula com a utilização da calculadora. Através dos relatos dos alunos pesquisados, e pela experiência da pesquisadora como professora de matemática, nota-se que muitos alunos já têm o conhecimento dos conceitos de matemática financeira, sabem como realizar os cálculos utilizando a calculadora, mas sentem dificuldades com as fórmulas e o cálculo

unesp

algébrico. Mesmo no trabalho com as fórmulas de cálculo de juros, montante, desconto, ou taxas efetivas, a utilização da calculadora ajuda os alunos a repensarem na ordem algébrica das operações, e como eles poderiam realizá-las, digitando os valores na calculadora.

A calculadora simples de quatro operações pode ser muito útil para o desenvolvimento desse tópico, podendo seus recursos ser bem explorados . Se houver a disponibilidade de calculadoras científicas, pode-se utilizar, além dos recursos da calculadora simples, outras teclas tais como: LOG, y^x, 1/x, $y^{1/x}$, x^2.

I V. CONCLUSÃO

Do que já foi discutido neste trabalho, pode-se concluir que:

- A utilização da calculadora, por si só, não "atrofia a mente". Tanto a sua utilização, quanto o desenvolvimento da matemática escolar, deve propiciar ao aluno a chance de pensar, de refletir. As técnicas manuais de resolução de algoritmo muitas vezes são simplesmente decoradas e se tornam completamente sem sentido para o aluno, como se fossem mágicas. O aluno que as repete sem saber o que está fazendo não estará pensando muito. Portanto, utilizar a calculadora pode estimular muito mais a inteligência e a capacidade criativa do que a memorização de regras sem o conhecimento dos conceitos envolvidos. Depende de como ela é utilizada.

- Usar a calculadora nas aulas de matemática vai além do "permitir" ou "proibir". É uma questão que deve ser analisada, juntamente com os objetivos do ensino, com os conteúdos e os métodos, componentes fundamentais para um planejamento de ensino.

- Se um dos objetivos da matemática escolar é preparar o aluno para lidar com problemas matemáticos do cotidiano, então em algum momento do aprendizado dessa disciplina ele terá que ter contato com a calculadora. É obrigação da escola preparar seus alunos para utilizarem bem os recursos de uma calculadora, talvez a única oportunidade que muitos alunos terão de aprender.

- O fato de nem todos os alunos possuírem uma calculadora parece não ser muito convincente como argumento para a não utilização da calculadora na sala de aula. Não há a necessidade de todos terem calculadoras para se realizar um bom trabalho. O preço de uma calculadora é muito baixo, muitos alunos já a possuem, as atividades podem ser realizadas em duplas ou em grupos, pode haver empréstimo de calculadoras; enfim, o professor não precisa obrigar ninguém a comprá-la, depende da maneira como planejar suas aulas.



- A utilização da calculadora não invalida a utilização do cálculo manual e do mental, ao contrário. Cabe ao professor orientar os alunos nas atividades propostas.

- Para a utilização da calculadora, na sala de aula, o professor deve fazer uma verificação de quantas calculadoras estão disponíveis, se pode haver empréstimos, quais os tipos que os alunos possuem, para poder planejar melhor as atividades desenvolvidas em sala de aula.

- O planejamento da aula é sempre importante, inclusive quando se pretende utilizar a calculadora.

- É necessário que o professor tenha claro que o que a calculadora (não programável) faz de melhor são os cálculos repetitivos. Portanto, se o objetivo for o ensino e a memorização de técnicas manuais de resolução de algoritmos, ela não deverá ser utilizada. Se o objetivo for ensinar conceitos de matemática, onde as operações algorítmicas são suportes para esse ensino, então a calculadora pode ser utilizada com sucesso para que esses conceitos sejam focalizados pelo aluno.

- Os alunos sentem necessidade e curiosidade para aprender a lidar com a calculadora. A calculadora pode tornar o aprendizado da matemática mais agradável pelo aluno, e isso pode ser explorado pelo professor.

- O professor tem de estar disposto a orientar os alunos quanto ao funcionamento de diferentes calculadoras, seja em relação ao significado matemático das teclas, seja na ordem das operações e de como utilizar nos diferentes cálculos que irão surgir. O alunos devem também ser incentivados a lerem os manuais das calculadoras.

- As escolas públicas, de uma maneira geral, necessitam de livros, computadores, e muitos outros recursos. As calculadoras simples são muito baratas e deveriam estar incluídas nas prioridades de uma escola. Assim, o aluno que não tivesse uma calculadora teria a chance de aprender a utilizá-la realizando um empréstimo.

A utilização da calculadora nas aulas de matemática é um tema que acaba levando a uma reflexão mais profunda sobre o ensino da matemática

unesp

escolar. Os conteúdos matemáticos trabalhados na escola em pouco mudaram, mesmo diante das mudanças ocorridas na sociedade. Os alunos ainda vêem a matemática como algo completamente dissociado da vida do homem e poucos são os privilegiados que podem entendê-la. A matemática que todos utilizam fora da escola continua sendo esquecida, como se não fosse matemática. Alunos terminam o segundo grau tendo a sensação que nada aprenderam, ou o que aprenderam na escola para nada serve. Muitos professores ainda evitam discutir sobre a utilização da calculadora nas aulas de matemática, enquanto seus alunos a utilizam fora da escola.

Toda tentativa de aperfeiçoar e melhorar o processo ensino-aprendizagem merece ser refletido. O uso da calculadora é uma alternativa para o ensino de vários conteúdos matemáticos e, por isso, merece ser analisado.

V. BIBLIOGRAFIA

ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. Cadernos de Pesquisas, v. 49, maio 1984, p. 51-54.

BAETHGE, M. Novas tecnologias, perspectivas profissionais e auto compreensão cultural: desafios à formação. Educação e Sociedade, ano X, n.34, dez. 1989, p.7- 26.

BOYER, C. B. História da matemática. São Paulo, Edgard Blücher, 1974.

BRANDÃO, C. R. (Org.) Pesquisa participante. São Paulo, Brasiliense, 1984.

BRETON, P. História da Informática. São Paulo, Ed. Universidade Estadual Paulista, 1991.

BRUNER, J. S. O Processo da educação. São Paulo, Ed. Nacional, 1987.

CARMO, J. C. O que é informática. São Paulo, Brasiliense, 1989.

CARRAHER, D. W. Relato de workshop sobre didática da informática. Revista Idéias: informática e educação, São Paulo, FDE, n. 1, 1988, p. 34.

CEETEPS (Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza"). Projeto: metodologia para o ensino técnico, proposta para o ensino de matemática - 2ª versão, São Paulo, CETEC, GATC,1995.

CHAUÍ, M. Convite à filosofia. São Paulo, Ed. Ática, 1994.

D'AMBROSIO, U. Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática, São Paulo/Campinas, Summus/Ed. da Unicamp, 1986.

DAVIS, H.T. História da computação. São Paulo, Atual, 1992.

DICK, T. The continuing calculator controversy. Aritmetic Teacher, v. 35, n.8, April, 1988, p. 37 - 41.

DUEA,J. IMMERZEEL, G. OCKENGA, E. TARR, J. Problem solving using the calculator In: Problem solving in school mathematics, NCTM, 1980 yearbook.

EVES, H. Introdução à história da matemática. Campinas, Ed. da UNICAMP, 1995.

FERREIRA, M. L. C. Uma tentativa de introdução da mini -

calculadora eletrônica na escola de primeiro grau, como instrumento de ensino, Campinas, Unicamp, 1979 (dissertação de Mestrado).

FREITAG, B. Escola, estado e sociedade. São Paulo, Ed. Moraes,1980.

FRIGOTO, G. A produtividade da escola improdutiva : um (re) exame das relações entre educação e estrutura econômico-social capitalista, São Paulo, Cortez-Autores Associados, 1989.

GAJARDO, M. Pesquisa participante na América Latina. São Paulo, Brasiliense, 1986.

GAMBOA, S. A. S. A dialética na pesquisa em educação: elementos de contexto In: FAZENDA, I. (Org.). Metodologia da pesquisa educacional, São Paulo, Cortez, 1991.

GUELLI, O. Contando a história da matemática: dando corda na trigonometria. São Paulo, Ed. Ática, 1993.

HEID, M. K. Uses of technology in prealgebra and beginning algebra. Mathematics Teacher, v. 84, n. 3, Mar. 1990, p.194-198.

HIGGINS, J. L. Calculators and common sense. Arithmetic Teacher, v. 37, n. 7, Mar.1990, p. 4-5.

HUIZINGA, J. Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura, São Paulo, Perspectiva, s.d.

IFRAH, G. Os números: a história de uma grande invenção. São Paulo, Ed. Globo, 1992.

KNIGHTON, A. Calculator resources, Mathematics Teaching, n. 122, Mar. 1988, p. 44-48.

LEECHFORD, S.; RICE, D. R. The effect of a calculator : based curriculum on sixth grade students' achievement in mathematics, School, Science and Mathematics, v. 82, n. 7, nov. 82, p. 576-80.

LELLIS, M.C., JAKUBOVIC e J., IMENES, L.M.P. Números negativos, São Paulo, Atual, 1992.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU,1986.

MACHADO, N. J. Informática nas escolas: muito além do sim-ou-não

São Paulo em Perspectiva, v.7, n.1, jan / mar, 1993, p. 98-105.

MACHADO, N. J. Matemática e educação: alegorias,tecnologias e temas afins, São Paulo, Cortez, 1992.

MANSILLA, C. A. A calculadora eletrônica de bolso e a escola de 2º grau In: D'AMBROSIO,U. (org.) O ensino deciências e matemática na América Latina, Campinas, Papirus / Ed. da Unicamp,1984, p. 191-203.

MAOR,R.E. The pocket calculator as a teaching aid. Mathematics Teacher, v. 69, n. 6, oct, 1976, p. 471- 475.

MARTINS, G.A. Manual para elaboração de monografias e dissertações, São Paulo, Atlas, 1994.

MICHELOW, J. El impacto de las calculadoras y computadoras en la educación matemática, Educacion Matemática en las Américas - 5. Conferência Interamericana sobre educação Matemática,Campinas,UNESCO, 1979, p.82-89.

MIGUEL, J.C. Trabalho e educação matemática: análise de uma relação fundamental para a renovação dos professores e da metodologia do ensino de matemática no primeiro grau, Unesp, Marília, 1993, Dissertação de mestrado.

MILLER, W.A., HAZEKAMP, D. W. Calculator graphing. Mathematics Teacher, v. 71, n. 9, dec., 1978, p. 759-763.

NISKIER, A. Tecnologia educacional: uma visão política, Petrópolis, Vozes, 1993.

SÃO PAULO (ESTADO), Secretaria da Educação, Proposta curricular para o ensino de matemática: 2º grau, São Paulo: SE/CENP 1992.

RICIERI, A.P. Uma retrospectiva histórica do cálculo diferencial e integral. São José dos Campos (S.P.), Prandiano, 1983.

SCHAFF, A. A sociedade informática, São Paulo, Ed. da Unesp/Brasiliense, 1991.

SILVA JUNIOR, C. A. A escola pública como local de trabalho ou a tese do livro-tese In: FAZENDA, I. (Org.). Metodologia da pesquisa educacional, São Paulo, Cortez, 1991, p. 163 - 174.

SOUZA, S. R. Um estudo exploratório: alunos de 2º grau de uma escola pública e o contato com computadores e calculadoras. Anais do I I I Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores, Águas de São Pedro, 1994.

SOUZA, S. R."A calculadora como auxílio didático na educação matemática" Anais do I I Encontro Paulista de Educação Matemática, São Paulo, 1991.

STARKEY, M. A. Calculating first grades. Arithmetic Teacher, v. 37, n. 2, oct. 1989, p. 6-7.

THIOLLENT, M. Aspectos qualitativos da metodologia de pesquisa com objetivos de descrição, avaliação e reconstrução. Cadernos de Pesquisa, v. 49, maio1984, p. 45-50.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo, Cortez - Autores associados, 1986.

USISKIN, Z. Are calculators a crutch?. Mathematics Teacher, v. 71, n. 5, p.412-413, May 1978.

WANDERLEY, C.A. Tecnologia educacional: dominação ou libertação. Forum Educacional, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, 1983, p. 19-29.

WINDOWS MAGAZINE, v. 4, n. 10, October, 1993.

ANEXOS

Anexo 1 - Questionário e questões

Questionário

Nome:_____série:_____idade:____

Trabalha: ( ) sim ( ) não

Atividade profissional:_____

Possui calculadora: ( ) sim ( ) não

Tipo: ( ) simples ( ) científica ( )outro _____

Costuma usar a calculadora:

( ) nunca usou ( ) raramente ( )com freqüência

Em que atividade costuma usar:

_____

_____

_____

Escreva sobre o uso da calculadora na escola e fora da escola.

_____

_____

Marque com um X as teclas que você não conhece ou ainda não sabe usar em uma calculadora:

$\sqrt{}$	x^2	LOG	10^x	LN	e^x	DEG	RAD	GRA	π
sin	$\sin^{-1}$	cos	$\cos^{-1}$	tan	$\tan^{-1}$	x^y	$x^{1/y}$	x!	.
M+	M-	MR	+/-	1/x	%	X	+	-	: =

Ficha de questões

1) $\sqrt[4]{81}$ = _____

2) $\sqrt[4]{5}$ = _____

3) $(1{,}245)^2$ =_____

4) $10^x = 1000$ então x = _____

5) 2,5 + 4,01 . 1,5 = _____

6) -3,16 + 0,27 = _____

7) $(4,84)^{0,5}$ = _____

8) 1/1250 = _____

9) Quanto é 2,5% de 420?

10) 239,85 eqüivale a que porcentagem de 1230?

Anexo 2: Ficha de observação 1

14/08/95 14:40 - 15:30 2º D - tarde 5 alunos presentes

Assunto: Função exponencial.

Construção de gráfico através de dados de uma tabela da função $f(x)= 3^x$ com base maior que 1.

Construção de tabela:

x	y	(x,y)
-2		(-2,1/9)
-1		(-1,1/3)
0		(0,1)
1		(1,3)
2		(2,9)

Construção do gráfico da função.

No processo de construção da tabela a professora não utilizou calculadora, e disse à classe que não era necessário.

Na construção do gráfico da função, houve uma discussão sobre onde colocar, no eixo das abcissas, 1/3 e 1/9. A professora pergunta: "É perto do 1 ou do zero?" Será que a função chega a ser zero?" "Quanto mais se dividir, mais chega perto do zero."

A professora propõe uma experiência com a calculadora: 1/3=0,3333... 1/9=0,1111..., 1/27=0,0370 1/81=0,01234..., 1/243=0,0044...

Alunos fazem os cálculos na calculadora enquanto a professora descreve os resultados na lousa.

Professora: "Esses valores vão aumentando ou diminuindo?"

Classe: "Estão diminuindo."

Professora: "Será que vai chegar no zero?"

Classe: "Não, porque não existe número."

Professora: "Por que não tem jeito?"

Classe: "Não tem jeito de dividir e dar zero."

Professora: "Quando a divisão é zero?"

Classe: "Quando o numerador é zero."

Professora: "Quando o numerador é 1 nunca será zero." (Voltando-se para o gráfico) "Nunca será zero em momento nenhum." "Ele pode ficar..."

Classe: "É esquisito esse gráfico." (alunos não tinham nenhuma noção de exponencial)

Professora dá assistência aos alunos, em suas carteiras, na construção do gráfico.

Professora dita para alunos: "Observe que quanto menor for o valor de x, mais os pontos do gráfico se aproximam do eixo x sem, no entanto, atingi-lo."

Outro exemplo de função exponencial, agora com base < 1, $f(x)= (1/3)^x$

Construção de tabela e gráfico.

Professora dita para alunos: "Observe que quanto maior for o valor de x, mais pontos do gráfico se aproximam do eixo x sem, no entanto, atingi-lo."

Anexo 3: Ficha de observação 2

18/08/95 19:55 - 20:35 2º F - noite 36 alunos presentes

Assunto: Desconto composto

Alunos chegam depois do início da chamada.

Alunos sentados no fundo da sala conversam.

Professora explica situação de dívida e atualização de dívida, através de situação-problema, contando história de sujeito que deve e não tem como pagar. Alunos em silêncio.

Explicação da resolução do problema, pela professora.

Uso da calculadora pelos alunos, a pedido da professora, nos cálculos intermediários: potência e divisão de números decimais.

Alunos sentam em pequenos grupos, uns utilizam a calculadora de outros, todos acompanham a resolução do problema.

Alguns alunos pegam a calculadora do colega, olham, levantam, apertam as teclas, comentam com colega, colega pega.

Aluno pede emprestado em voz alta, levanta para pegar do colega.

Professora dita um problema, classe fica em silêncio.

"Uma pessoa deveria pagar hoje a um banco a importância de $2000,00. Não podendo efetuar tal pagamento, propõe ao banco dois pagamentos de mesmo valor nominal, dentro de dois e três meses, respectivamente. Utilizando a taxa de desconto composto de 5% ao mês, quais são os valores nominais desses dois novos títulos?"

Na resolução do problema, novamente os alunos foram resolvendo os cálculos intermediários e dizendo para a professora, que ia resolvendo na lousa.

unesp

Anexo 4: Roteiro para entrevista com a professora.

Você já havia usado sistematicamente a calculadora em suas aulas?
Quais séries? Quais conteúdos?

Você utilizou em outros conteúdos que não sejam dentro de matemática financeira?

Você considera que teve sucesso com o aprendizado dos alunos nesses conteúdos quando você usou?

Você teve apoio ou resistência por parte da direção ou dos próprios alunos quando utilizou a calculadora em suas aulas ?

De uma maneira geral os alunos traziam a calculadora para as aulas?

Havia um número suficiente de calculadoras ou você acha que havia poucas e que isso atrapalhava o andamento da aula?

E nas avaliações, ela atrapalhava?

Na sua experiência de escola pública e particular, houve diferença no trabalho com a calculadora entre elas? Dá para fazer um bom trabalho com as calculadoras nas escolas públicas?

Você acha que o uso da calculadora na escola é uma questão que deva ser discutida?

unesp

Anexo 5: Roteiro para entrevista com os alunos

Quantos de vocês têm calculadora?

Vocês já tinham trabalhado, anteriormente, com calculadora em aulas de matemática ? Como foi a experiência? Algum professor proibiu o uso da calculadora?

Vocês acham que o uso da calculadora nesse ano ajudou a aprender mais matemática?

Vocês tiveram dificuldade em utilizar as teclas. Em saber como funciona?

Quais foram as maiores dificuldades encontradas?

Vocês costumam utilizar a calculadora fora da escola? Em quais situações, por exemplo? Utilizam no trabalho?

Vocês querem acrescentar mais alguma coisa?