

**DIRCEU LUIZ FEDALTO**

**O IMPREVISTO FUTURO DAS CALCULADORAS NAS  
AULAS DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo  
Programa de Pós-Graduação em Educação da  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna

**Curitiba  
2006**

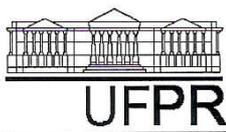
Catálogo na publicação  
Sirlei R. Gdulla – CRB9ª/985  
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação – UFPR

F292 O imprevisto futuro das calculadoras nas aulas de  
matemática no ensino médio / Dirceu Luiz Fedalto –  
Curitiba, 2006  
160 f.

Dissertação (Mestrado) – Setor de Educação,  
Universidade Federal do Paraná.

1. Matemática – estudo e ensino. 2. Matemática –  
máquinas de calcular. 3. Matemática – material didático.  
I. Título

CDD 371.39  
CDU 371.66



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



## PARECER

Defesa de Dissertação de **DIRCEU LUIZ FEDALTO** para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO. Os abaixo-assinados DR. CARLOS ROBERTO VIANNA, DR<sup>a</sup> HELENA NORONHA CURY, DR<sup>a</sup> GLAUCIA DA SILVA BRITO E DR<sup>a</sup> ETTIÈNE GUÉRIOS argüiram, nesta data, o candidato acima citado, o qual apresentou a seguinte Dissertação: **“O IMPREVISTO FUTURO DAS CALCULADORAS NAS AULAS DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO”**.

Procedida a argüição, segundo o Protocolo aprovado pelo Colegiado, a Banca é de Parecer que o candidato está apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
DR. CARLOS ROBERTO VIANNA		Aprovado
DR <sup>a</sup> HELENA NORONHA CURY		APROVADO
DR <sup>a</sup> GLAUCIA DA SILVA BRITO		Aprovado
DR <sup>a</sup> ETTIÈNE GUÉRIOS		Aprovado

Curitiba, 29 de junho de 2006

**Prof. Dr. Marcus Aurélio Taborda de Oliveira**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação

Dedico esta conquista a duas pessoas: minha amada, companheira, incentivadora, amiga e esposa Adriane, que foi quem mais me apoiou e incentivou; e à memória do meu pai, falecido no começo deste ano.

## AGRADECIMENTOS

Foram muitos os que me ajudaram nessa caminhada que durou quase três anos, do momento da inscrição até a banca de defesa.

Agradeço a Deus pela vida

Agradeço ao meu pai, José Fedalto, que apesar de ter estudado pouco, soube transmitir princípios éticos e morais; e também sempre esteve ao meu lado nas minhas conquistas. Para mais essa não houve tempo: faleceu em 30 de janeiro de 2006.

Agradeço também à minha mãe Catharina Fedalto, mulher de fibra e coragem que criou seus cinco filhos de uma maneira simples, mas dedicou a eles muito carinho e amor.

É difícil estabelecer ordem de importância entre algumas pessoas. Mas minha esposa, Adriane, sem dúvida merece o primeiro lugar nessa conquista. Sempre ao meu lado, dando apoio, sugestões. Parte dessa conquista é dela também.

Outra pessoa com quem devo compartilhar essa conquista é meu orientador Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna. Orientações precisas, sugestões sempre oportunas. Valeu Vianna pela orientação e pela amizade.

Aos professores do programa de Mestrado da UFPR da linha de pesquisa em Educação Matemática: Ademir, Alexandre, Ana Maria, Etiènne, Maria Tereza, Maria Lúcia agradeço pelos ensinamentos, pelas críticas, pelas sugestões, pela amizade.

Aos professores da banca de defesa: Helena, Gláucia e Etiènne.

Às colegas do mestrado: Deise, Glauce Maris, Heliane, Kelly, Josélia, Rosana, Rosângela e Sônia, pelo apoio, amizade, companheirismo, dicas e sugestões.

À professora Luciane Ferreira Mocrosky pela colaboração no empréstimo de algumas bibliografias.

Aos professores que participaram da banca de qualificação: Gláucia, Claudia, Alexandre e o doutorando Gil, pelas críticas e sugestões.

Aos colegas de trabalho que compartilham as alegrias e angústias de ser educador.

Aos dois professores que colaboraram com minha pesquisa.

Ao citarmos nomes corremos riscos de esquecer de alguém, por isso meu agradecimento final vai a todos que convivem comigo, meus familiares, meus amigos, meus alunos que também colaboram muito na minha formação.

A todos vocês: muito obrigado.

Uma vez aceita a calculadora sem restrições, estaria desfeito o nó górdio da Educação Matemática. Isto porque a calculadora sintetiza, na matemática, as grandes transformações de nossa era e a entrada de uma nova tecnologia em todos os setores da sociedade. Basta lembrar que com a adoção do sistema de numeração indo-arábico abriu-se, na Europa, toda uma nova organização mercantil. E dificilmente Newton teria avançado tanto sem as novas possibilidades que a invenção dos logaritmos abriu para os cálculos. Não consigo entender porque razão a calculadora ainda não se incorporou integralmente à matemática escolar. Nas aulas de matemática, alguns admitem o uso das calculadoras, mas... E por conta desse "mas" vêm as restrições, todas baseadas em idéias falsas, verdadeiros mitos na Educação Matemática...

Ubiratan D`Ambrosio

Conferência de abertura do 2º Encontro de Educação Matemática do Rio De Janeiro, em Macaé, 21/10/99.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I – Foi há tempos: o futuro começou</b> .....	16
Tecnologia .....	16
Tecnologia Educacional .....	20
Calculadora para sala de aula .....	26
Um pouco de história.....	30
Meios eletrônicos e educação .....	34
<b>CAPÍTULO II – O professor de matemática: o que ele diz? O que ele faz? .....</b>	43
<b>CAPÍTULO III – Calculadoracion y Tee</b> .....	56
- Primeira Fonte: A visão dos professores de matemática do Estado do Paraná em relação ao uso das calculadoras nas aulas de matemática. ...	56
- Segunda Fonte: Uso de calculadoras em aulas de matemática: o que os professores pensam. ....	65
- Terceira Fonte: Revistas disponíveis na biblioteca do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. ....	81
<b>CAPÍTULO IV – O que ele diz? O que ele faz? ... o professor de matemática.</b>	104
Observações .....	107
1ª observação: Dia 24/05/2005 .....	108
2ª observação: Dia 09/06/2005 .....	110
3ª observação: Dia 13/06/2005 .....	113
4ª observação: Dia 10/11/2005 .....	115
Entrevista .....	118
Entrevista 01 – Transcrições e comentários – Prof. Henrique .....	122
Entrevista 02 – Transcrições e comentários – Prof. Ney .....	128
<b>CAPÍTULO V – Soluções a espera de problemas?</b> .....	134
Resolução de problemas: uma rampa de lançamento .....	137
Atividades usando calculadoras .....	148
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	156

## RESUMO

Este é um estudo que visava compreender algumas facetas da relação entre o professor de Matemática e o conhecimento de sua disciplina em situações onde a calculadora poderia ser utilizada como recurso durante suas aulas no Ensino Médio. Na investigação, adotou-se a hipótese de que o uso da calculadora poderia favorecer a compreensão de conceitos, algoritmos, e auxiliar na resolução de problemas. Como metodologia, para aquele estudo inicial, utilizou-se a observação do trabalho de dois professores da rede pública estadual do Paraná em sala de aula, além de entrevistas com ambos. Embora o uso da calculadora nas aulas de Matemática seja um tema “antigo”, o desenvolvimento do estudo mostrou que suas intenções iniciais não seriam alcançadas, talvez pelo fato do assunto aparentemente ter sido deixado de lado e, certamente, em vista do que foi observado nas aulas, segundo o desenho original da pesquisa. Constatou-se que o uso da calculadora nas aulas de Matemática depende de condicionantes tão diversos - como a formação do professor, suas concepções sobre o que é a Matemática e o seu ensino, das diretrizes da escola e do governo -, que, em verdade, não há uso da calculadora: apenas momentos de permissão “do uso”, sob controle. Este estudo disserta, então, sobre um futuro que não foi previsto pelos educadores: a ausência da calculadora nas salas de aula, e sugere alternativas para ampliar as possibilidades a que estão sujeitos os alunos.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Calculadora. Tecnologias educacionais. Concepções. Resolução de Problemas.

## ABSTRACT

This is a study that was aimed at understanding some of the characteristics of the relationship between the Mathematics teacher and the knowledge of this subject in situations when the calculator could be used as a resource during high school lessons. During the research, the hypothesis presented was that the use of the calculator could help students to understand concepts and algorithms, and solve problems. As for methodology, class observation was done; two teachers were observed while working in a state high school in Paraná, and were both interviewed by the researcher. Although the issue of the use of the calculator in class is “old”, the development of this research showed that its initial intentions would not be reached, perhaps because of the fact that the issue had been apparently left aside for long, and certainly through what was observed in class, according to the initial design of the study. It was concluded that the use of the calculator in Mathematics lessons depends on several variables such as the teacher education, his or her conceptions about what Mathematics is and their beliefs in teaching, school and government policies - actually, there is not such “use of the calculator” in class, but only permission for it to be used under the teacher’s control. This study, then, is about a future that was not foreseen by teachers: the absence of calculators in classrooms, and so, alternatives are suggested to broaden the possibilities under which the students are.

**Key-words:** Mathematics Education. Calculator. Education. Conceptions Resolution of problems.

## INTRODUÇÃO

A simples utilização de algum recurso tecnológico não tornará mais fácil algum conteúdo, nem fará com que alunos aprendam mais. Porém, a utilização da calculadora de forma bem planejada pode contribuir para o aprendizado de diversos conteúdos matemáticos, desenvolvendo a capacidade de investigar idéias matemáticas, resolver problemas, de formular e testar hipóteses, de induzir, deduzir e generalizar, de modo que os alunos busquem coerência em seus cálculos, comuniquem e argumentem suas idéias com clareza. A utilização da calculadora em sala de aula requer um conhecimento prévio de suas possibilidades e limitações e os alunos devem saber o porquê está sendo permitido o seu uso e com quais objetivos. Este é o contexto geral no qual se insere esse trabalho de mestrado.

Presenciamos nos últimos anos um avanço tecnológico muito grande nas áreas de informática. O computador passou a fazer parte do cotidiano de muitas pessoas e, é claro, está presente em muitas escolas. O fato de ele ter chegado à escola não significa que a educação tenha mudado muito. O uso de novas tecnologias ainda “assusta” muitos professores, em alguns casos por completo desconhecimento e em outros por não saber como usá-las de forma adequada.

Tecnologias, como o computador e a calculadora, estão presentes em praticamente todos os setores da sociedade. Os alunos, fora do ambiente escolar entram em contato com essas tecnologias ou pelo menos sabem que elas existem.

Para alunos da rede pública, a calculadora pode ser o primeiro contato com um instrumento tecnológico. O uso das calculadoras nas aulas de Matemática vem sendo discutido há certo tempo, e não é difícil encontrarmos defensores de sua utilização. Vejamos as afirmações de D'Ambrosio (2003)<sup>1</sup> sobre o uso das calculadoras:

O uso da calculadora nas salas de aula continua sendo questionado por professores, pais, legisladores e, até mesmo, por alunos. Achrom que usando a calculadora pode afetar a memória e mesmo a capacidade de raciocinar bem. Nada existe, em pesquisa, que apóie esses temores. Atribuo essas atitudes a um excessivo conservadorismo e uma falta de visão histórica sobre como a tecnologia é parte integrante da sociedade e determina os rumos tomados pelas civilizações. A história nos ensina que só pode haver progresso científico, tecnológico e social se a sociedade incorporar, no seu cotidiano, todos os meios tecnológicos disponíveis. Assim, depois da invenção da escrita, não pode se justificar que alguém se recuse a ler e escrever, depois da invenção da imprensa, não se justifica que alguém não tenha acesso a livros e jornais, depois da adoção, na Europa, da aritmética indo-arábica, não se justificaria alguém se limitando a fazer contas com os ábacos, e assim, desde que há

---

<sup>1</sup> Ubiratan D'Ambrosio fez essa afirmação na segunda aula de uma disciplina à distância oferecida pela SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática) em junho de 2003.

relógios não se justifica exigir que se diga as horas olhando para o céu, nem se justifica que, existindo automóveis, ônibus e caminhões, se utilize o cavalo como transporte. A sociedade se organiza em função da tecnologia disponível. E como se justifica continuar operando com a tecnologia da aritmética de papel, lápis e tabuada?

Notamos na afirmação desse renomado educador matemático que a calculadora é um recurso tecnológico como qualquer outro, porém parece existir uma certa recusa em aceitá-lo nas aulas de Matemática.

Quando se decide usar a calculadora em sala de aula, opta-se por um caminho para ensinar matemática, uma decisão que não está voltada exclusivamente para as habilidades de cálculo e resolução de operações básicas. Ainda que esses tenham sua importância nas aulas de Matemática, é preciso evitar os exageros que centram o ensino da Matemática excessivamente no cálculo e na memorização de fórmulas e regras.

A calculadora deve ser usada nas aulas de matemática para dar maior destaque à potencialidade dos alunos, à criatividade e ao raciocínio. Para Borba (1995), sua utilização proporciona uma maior discussão em sala de aula, guiando o tema trabalhado a diversas direções de investigação desenvolvidas pelos educandos. Isso não significa que a passividade dos alunos seja superada, porém aumentam as possibilidades de haver um debate matemático em sala de aula.

A calculadora pode ser utilizada em todas as atividades, programadas ou não, pois ela auxilia o cálculo nos problemas e desempenha o papel de instrumento de descoberta de novos conceitos. Para Ponte (1989), a calculadora é - ela mesma - uma fonte natural de novos problemas e conceitos, como os de arredondamento, aproximação e convergência. Esse mesmo autor afirma que, ao utilizar a calculadora, aproxima-se o trabalho de sala de aula com a prática cotidiana, trabalhando mais dados da vida real, suscitando o interesse dos alunos, alargando e diversificando as atividades de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, Silva (1989) destaca que o trabalho com números de maior ordem de grandeza torna-se mais relevante com a utilização das calculadoras, pois com esse instrumento é possível explorar suas possíveis decomposições, favorecendo, assim, o entendimento do número e seu papel no cotidiano, ao ser relacionado sempre com fatos vivenciados pelos alunos. Não se deseja que os alunos fiquem dependentes da máquina e nem a subutilizem. Explorar todos os seus recursos de forma crítica e consciente, fazendo com que se discutam os resultados

encontrados, as estratégias utilizadas é o que se espera do trabalho com a calculadora.

Não queremos dizer com isso que a educação deva estar voltada obsessivamente para o uso dessas tecnologias e que a melhoria da educação dependa desse uso. Mas como a nossa sociedade depende muito de tecnologias, como o computador, é dever da escola proporcionar uma educação que utilize e discuta racionalmente os recursos tecnológicos colocados à disposição do homem. O futuro dos nossos alunos depende também da eficácia com que utilizam e exploram essas tecnologias.

A calculadora sempre me chamou a atenção e em muitos momentos, na minha prática como professor, fiquei em dúvida se deveria usá-la ou não. Confesso que nos primeiros anos como professor não via nenhuma possibilidade de se usar a calculadora nas séries em que atuava: 5ª a 8ª séries do ensino fundamental. Depois que comecei a trabalhar no ensino médio, em alguns momentos, passei permitir o uso da calculadora. Com o passar do tempo comecei a perceber que a calculadora poderia ser uma grande aliada na resolução de atividades que envolvessem muito cálculo, de modo que o tempo pudesse melhor aproveitado para resolver mais atividades como mais segurança. Apesar de permitir o uso, pairava a dúvida se aquilo era o mais adequado a ser feito, pois achava que inevitavelmente os alunos acabariam perdendo algumas habilidades de cálculo.

Na minha formação superior, no curso de Licenciatura em Matemática (1984-1987) na UFPR, o contato com a calculadora científica deu-se no primeiro ano, na disciplina de Física. Foi quando comprei a minha primeira calculadora científica, que tenho até hoje. Para lidar com ela não tínhamos nenhuma orientação por parte do professor, e acho que em algumas provas fui vítima dessa desinformação. A calculadora estava sempre na minha mala, mas com exceção das aulas de Física, nós não a usávamos. Ela não era usada nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral e durante todo o curso de Licenciatura, não houve qualquer tipo de discussão em torno da calculadora, se deveríamos usá-la ou não nas aulas quando fôssemos atuar como professores.

No 3º ano da faculdade comecei a trabalhar como professor de Matemática numa 5ª série e numa 8ª série. Nem passava por minhas idéias utilizar as calculadoras, pois acreditava que os alunos deveriam dominar as operações básicas, memorizar fórmulas. No 4º e último ano do Curso havia a disciplina Prática

de Ensino, mas não me recordo de ter ocorrido algum tipo de discussão em torno do uso da calculadora.

Depois da Licenciatura voltei a 'estudar', num curso promovido pela UFPR em parceria com Secretaria de Educação, em 1997 e, no mesmo ano, comecei uma especialização também na UFPR, que foi concluída no ano seguinte. Nesse período só lecionava no ensino médio e minha visão em torno da calculadora já era bem diferente. Nesses dois cursos, em algumas disciplinas utilizava-se a calculadora, porém não me recordo de ter havido alguma discussão sobre o assunto.

Na minha prática de sala de aula, eu alternava momentos em que permitia o uso, de acordo com os conteúdos explorados, e momentos em que não autorizava que ela fosse utilizada. O mesmo acontecia em relação às provas. Em relação ao uso, incentivava os alunos a comprarem calculadoras científicas e discutia, na medida do possível, as potencialidades de cada calculadora. Porém, limitava-me, e aos alunos, a realizar os cálculos das atividades apresentadas, que estavam longe de poder ser chamadas de 'problemas'. Nunca havia pensado em explorar a calculadora para desenvolver um conceito ou para outro tipo de atividade possível de ser explorada com ela.

Em 1999, fui convidado a trabalhar numa escola particular de Curitiba ministrando aulas para a 2ª série do ensino médio. A coordenação de Matemática incentivava e permitia o uso da calculadora em todas as atividades, inclusive nas provas. Os alunos eram convidados a comprar uma calculadora científica e havia, no começo do ano, uma atividade específica para explorar as funções da calculadora, de modo que cada aluno se familiarizasse com a sua calculadora. A calculadora também era usada nas aulas de Química, Física, e praticamente em todas as disciplinas. Nas questões das provas tentava-se propor situações contextualizadas, envolvendo dados reais, visto que não haveria problemas com os cálculos.

No ano de 2001, em função de mudança de coordenadores e de mudanças na direção da escola, o uso da calculadora deixou de ser permitido nas provas. Como exceção, apenas uma prova de Matemática onde um dos assuntos cobrados era desvio padrão e variância, que exige uma grande quantidade de cálculos. Não me recordo de ter havido qualquer tipo de discussão em torno das mudanças e das justificativas da proibição do uso em provas. Apesar dos alunos poderem usá-la durante as aulas, eles não eram estimulados a comprarem calculadoras científicas e nem havia essa preocupação, pois eles não poderiam usá-la em provas. Um dos

motivos implícitos da proibição do uso é o vestibular, onde o uso também é vetado. Essa situação persiste até hoje, mesmo tendo ocorrido novas mudanças de coordenação. Penso inclusive em fazer um amplo debate com os professores e coordenadores de Matemática, Física e Química sobre o uso de calculadoras.

Diante desse quadro, quando no ano de 2003 fiz minha inscrição para o mestrado em Educação da Universidade Federal do Paraná, na linha de pesquisa de Educação Matemática, apresentei um projeto de dissertação que tinha como título: “O uso da calculadora no ensino médio: como torná-la um facilitador no processo de ensino-aprendizagem”. No projeto eu apresentava minhas ansiedades em torno do uso da calculadora e a expectativa de melhorar a aprendizagem matemática através do uso dela.

Fui aprovado para realizar o mestrado e, no decorrer do ano de 2004, meu projeto inicial foi sendo alterado. No começo de 2005 eu havia decidido que usaria como estratégia de coleta de dados a observação e a entrevista, mas o resultado não foi promissor. Um acontecimento importante, ainda em 2005, foi minha participação no EBRAPEM (Encontro Brasileiro de Pesquisadores em Educação Matemática), realizado na USP, em São Paulo, no mês de novembro, onde pude expor meu trabalho na forma de apresentação oral e pude ouvir também algumas sugestões. Nesse percurso, o projeto sofreu novas modificações, embora seu tema ainda se mantivesse em torno da calculadora.

O objetivo inicial desse trabalho, depois abandonado, era o de verificar qual a concepção de matemática do professor que permitia o uso de calculadora em sala de aula. Havia a intenção de observar no próprio conteúdo de matemática algumas diferenças entre aqueles que seriam “mais apropriados” ou “menos apropriados” ao uso da calculadora. Na verdade, com as observações realizadas, o que pude constatar é que a calculadora não era utilizada, mesmo pelos professores que se dispunham participar de minha pesquisa, e me permitiram assistir suas aulas para observar “o uso” da calculadora. Sendo assim, o objetivo do meu trabalho passou a ser o de dissertar sobre esse imprevisto futuro: a ausência das calculadoras nas aulas de matemática, e a pouca discussão sobre esse fato pelos educadores matemáticos.

Essa dissertação tem cinco capítulos. No primeiro capítulo esboço uma descrição do que são tecnologias e tecnologias educacionais, e como a calculadora se insere nesse contexto. Também apresento um questionamento ao uso do

computador e da televisão, baseado nos trabalhos de Valdemar Setzer, este questionamento cumpre o papel de organizar as opiniões esparsas daqueles que se manifestam contra o uso das calculadoras, mudando o que for necessário mudar em função do objeto diferente adotado por Setzer.

O capítulo dois é dedicado a analisar as concepções dos professores em torno da matemática e seu ensino. Neste capítulo são apresentadas e analisadas as principais idéias em torno desse assunto baseadas nos trabalhos de Cury, Fernandes e Garnica. Considerei importante manter esse capítulo, mesmo após a mudança do objetivo da dissertação, uma vez que consegui organizar argumentos para defender que o uso da calculadora em sala de aula está relacionado com as concepções de Matemática e de ensino que tem o professor.

No capítulo três são sintetizados os resultados de uma tese de doutorado, uma dissertação de mestrado, e diversos artigos de revistas e periódicos, na tentativa de mostrar-se o que há de pesquisa em torno das calculadoras.

No capítulo quatro apresento os relatos das observações e das entrevistas, bem como os respectivos comentários. Caso a pesquisa mantivesse seu desenho original, este seria o capítulo mais importante, mas em função da configuração que resultou das observações, acaba sendo um capítulo em que se descreve a situação que provocou a mudança de direção na realização do texto final deste trabalho.

No capítulo cinco faço, em lugar de minhas considerações finais, uma série de sugestões que cumprem o papel de um posicionamento inconformista frente ao resultado da pesquisa, adiantando possibilidades para a mudança de perspectiva mediante a adoção de uma abordagem de trabalho através da resolução de problemas que possa promover a utilização de calculadoras. Como existem muitas dúvidas em torno ao que pode ser considerado um problema, e sobre o que significa resolver um problema; faço a síntese de um livro que trata do assunto, bem como incluo uma série de atividades que podem ser imediatamente levadas à sala de aula.

Espero que esse trabalho contribua para a discussão em torno ao assunto 'calculadoras' e, dessa forma, para a melhoria na qualidade do ensino em Matemática.

## Foi há tempos: o futuro começou...

*Já no começo do século XXI, as crianças aprenderão a ler e escrever com máquinas editoras de texto. Saberão servir-se dos computadores como ferramentas para produzir sons e imagens. Gerirão seus recursos audiovisuais com o computador, pilotarão robôs, consultarão familiarmente os bancos de dados.... a simulação será para eles um modo banal de acesso à realidade... Os procedimentos intelectuais, os caminhos do pensamento serão para elas uma matéria- prima perfectível a ser continuamente transformada.*

Pierre Levy, 1998 – A máquina universo

## TECNOLOGIA

“Tecnologia” é, quase sempre, uma palavra à qual as pessoas costumam associar coisas que combinam com progresso, século XXI, e, também, a “instrumentos” que fazem parte de nosso dia-a-dia: computador, internet, telefone celular, fornos de microondas... Desse modo, verificamos, não há consenso inicial quanto ao que se deseja significar com expressões do tipo “desenvolvimento tecnológico”, “tecnologia em sala de aula”... Afinal, o que é tecnologia?

Abaixo, vamos nos reportar a Bueno (1999, p. 85), citando Gama, para destacar o que a tecnologia não é; a cada tópico faremos algum comentário no sentido de aproximar esse conjunto de contra-definições daquilo que será nosso objeto nessa dissertação:

- ... um conjunto de técnicas ou de todas as técnicas, e nem é uma sofisticação da técnica.

A tecnologia está relacionada com a maneira de se fazer algo, com as técnicas de produção, porém não se limita a isso.

- ... a “maneira como os homens fazem as coisas”

Ou seja: adentramos nos domínios da técnica, nos processos de produção que se utilizam de tecnologias, mas não são a tecnologia. E também existem coisas que os homens fazem, mas que não são técnicas.

- ... o conjunto de ferramentas, máquinas, aparelhos ou dispositivos quer mecânicos quer eletrônicos, quer manuais, quer automáticos.

Os instrumentos que utilizamos com freqüência como telefones celulares, fornos de microondas são produtos da tecnologia, ou seja, de todo um conhecimento produzido pelo homem. Mas esses instrumentos são frutos de uma tecnologia, não são “a” tecnologia.

- ... o conjunto de invenções ou qualquer uma delas individualmente.

O avião não é uma tecnologia, como também não o é a televisão, o radar... apesar de muitas vezes eles serem considerados tecnologias pelos meios de comunicação, pelas propagandas. Ao comprar um aparelho você não está comprando uma tecnologia. Você está comprando um equipamento que é fruto de alguma tecnologia.

Desse modo, podemos perceber que tecnologia não se restringe a instrumentos, invenções e equipamentos; embora seja muito comum que as pessoas falem sobre tecnologia associando esses elementos.

Vejamos as afirmações de Bueno (1999, p. 85), citando Vargas, no sentido de sublinhar os usos incorretos da palavra ‘tecnologia’:

É verdade que há uma tecnologia embutida em qualquer instrumento e implícita em sua fabricação; mas isto não é razão para se considerar o saber embutido num objeto, ou implícito na sua produção, com o próprio objeto da indústria. Um derivado desse mau uso é o emprego da palavra tecnologia para significar a organização, o gerenciamento e, mesmo, o comércio desses aparelhos. Por uma razão ou outra essa confusão apareceu na área da computação e da informática, onde a máquina é tão importante quanto o saber de onde ela se originou. Há, então, o perigo de se confundir toda a tecnologia, isto é, o conhecimento científico aplicado às técnicas e aos seus materiais e processos com uma particular indústria ou comércio.

Pelas afirmações desse autor, notamos que os instrumentos tecnológicos, muitas vezes, são tomados como sinônimos de tecnologia, e que, na realidade eles são frutos de toda uma tecnologia. Porém, ainda não temos uma definição de tecnologia.

Uma tentativa de defini-la seria usando o dicionário. De acordo com Ferreira (2004, p. 192) tecnologia é o “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade”. A definição aqui apresentada pontua que a tecnologia é o conhecimento, e não o “objeto” que resulta dele... é algo ‘imaterial’, e não aquilo ‘material’ que as pessoas pegam e usam...

Continuando a buscar definições para a palavra tecnologia, vejamos como a tecnologia é definida por Medeiros e Medeiros (1993, p. 8):

Tecnologia é o conjunto de conhecimentos, práticos ou científicos, aplicados à obtenção, distribuição e comercialização de bens e serviços. Esses produtos não só satisfazem, aliviam ou simplificam o esforço físico ou mental das pessoas. E, de quebra, ainda podem liberar suas energias para tarefas mais criativas e interessantes.

Ou seja: apresenta-se a idéia de que a tecnologia deve produzir produtos e serviços que tragam bem-estar e progresso para a sociedade. Quando ele comenta que há liberação de tempo para tarefas mais criativas e interessantes, convém salientarmos que a calculadora pode ser pensada dentro desse contexto: liberar o aluno de tarefas repetitivas e entediadas para realizar tarefas de criação e elaboração de estratégias na resolução de exercícios e problemas.

A idéia de tecnologia pode ser fundamentada a partir de dois alicerces: o conhecimento e o ser humano; sendo a tecnologia um dos resultados da interação entre esses elementos. Nesse contexto Bueno (1999, p. 87) nos diz que:

A tecnologia é um processo contínuo através do qual a humanidade molda, modifica e gere a sua qualidade de vida. Há uma constante necessidade do ser humano de criar, a sua capacidade de interagir com a natureza, produzindo instrumentos desde os mais primitivos até os mais modernos, utilizando-se de um conhecimento científico para aplicar a técnica e modificar, melhorar, aprimorar os produtos oriundos do processo de interação deste com a natureza e com os demais seres humanos. A tecnologia pressupõe em primeiro lugar um agente para que esta aconteça, assim, como a máquina não possui vida própria, necessitando sempre do ser humano para gerenciá-la, se a entendemos como uma ciência pressupomos que exige produção científica, esta produção só pode acontecer num ambiente produtivo; num ambiente de trabalho que, por sua vez, só pode ter vida com a presença do ser humano; é ele quem cria as teorias que resultam em ciência, dentro de um ambiente de produção, é o principal ator da tecnologia.

A tecnologia não deve ser separada do ser humano e das questões sociais, da problematização de como o homem pode aplicar seus conhecimentos, produzindo novas tecnologias, para gerar mais conforto para todos e bem estar social. Deve haver essa problematização, pois é muito fácil pensar que com o advento de novas tecnologias o progresso é inevitável e traria como conseqüência aquele conforto e o bem estar social. Não é assim. O uso de alguns equipamentos, que são fruto da tecnologia, traz problemas para o próprio ser humano. A robotização das linhas de produção de veículos evita que o operário realize trabalhos perigosos, mas por outro lado diminui postos de trabalho, gerando desemprego. Outro exemplo: o uso de defensivos agrícolas no combate às pragas na agricultura, contribui para aumentar a produção; entretanto, o seu uso polui o meio ambiente e acaba sendo prejudicial ao homem.

Segundo Medeiros e Medeiros (1993, p. 53), ao mesmo tempo em que liberta o homem das tarefas rotineiras, a tecnologia reduz o número de empregos e, em muitos casos, envenena o meio ambiente. São as contradições do progresso, com

as quais as pessoas são forçadas a conviver. O desafio que isso nos coloca é o de descobrir meios de harmonizar emprego e desenvolvimento sem afetar a saúde do planeta e de seus habitantes.

Talvez, investir cada vez mais em educação seja uma forma de tentar assegurar que o desenvolvimento e os usos de tecnologias sejam destinados à maioria das pessoas, e não apenas para poucas pessoas. De acordo com Medeiros (1999, p. 46), a educação, em seu sentido mais amplo, é a principal base não só da estratégia, mas do desenvolvimento tecnológico. Do primeiro grau à universidade, dos cursos técnicos aos de treinamento, é o conhecimento que sustenta a evolução de uma sociedade.

Até aqui, apresentamos algumas idéias sobre o que é tecnologia, de modo a situarmos o quadro geral em que está inserida a calculadora. Na seqüência, apresentamos um contexto mais específico: a tecnologia educacional.

## TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Tentar definir tecnologia educacional aparentemente é simples: trata-se da tecnologia aplicada à educação. Outra tentativa seria enumerar os instrumentos tecnológicos que são usados em sala de aula, e provavelmente, entre os equipamentos citados apareceriam o videocassete, a televisão, o projetor de slides, o retroprojetor e o computador. Vejam que nessa lista não aparecem o quadro de giz, os livros, o lápis, a régua, o compasso, a calculadora. Estamos começando a perceber que definir tecnologia educacional não é tão simples assim.

Qual seria a descrição de uma sala de aula se a pedíssemos a um de nossos amigos, ou a um estranho que estivesse passando na rua? É bem provável que os alunos aparecessem sentados em carteiras enfileiradas, o professor na frente desses alunos, de pé, explicando algo, tendo ao fundo o quadro de giz. Para a maioria dos adultos, essa foi a estrutura da escola desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior. Nessa descrição, que pode ser classificada como tradicional, aparecem os elementos mais importantes, que são os alunos e o professor. Em qualquer outra situação de descrição de uma sala de aula eles vão aparecer. Porém, outros elementos além das carteiras e do quadro de giz poderiam surgir: a televisão, o computador, por exemplo.

A Tecnologia Educacional não deveria ser reduzida à simples utilização de artefatos tecnológicos, ela envolve o estudo dos recursos tecnológicos que podem ser aplicados à educação. Litwin (1997, p. 13), nos propõe a seguinte conceituação para esse campo de pesquisa:

Entendemos a Tecnologia Educacional como o corpo de conhecimentos que, baseando-se em disciplinas científicas encaminhadas para as práticas do ensino, incorpora todos os meios a seu alcance e responde à realização de fins nos contextos sócio-históricos que lhe conferem significação.

A Tecnologia Educacional, assim como a Didática, preocupa-se com as práticas de ensino, mas diferentemente dela inclui entre suas preocupações o exame da teoria da comunicação e dos novos desenvolvimentos tecnológicos: a informática, hoje em primeiro lugar, o vídeo, a TV, o rádio, o áudio e os impressos, velhos ou novos, desde livros até cartazes. Ao tratar de delimitar seu objeto, entre os suportes teóricos têm que se acrescentar as teorias da comunicação com o exame dos pressupostos. Esta busca de delimitação não incluiu a análise do planejamento ou modelo em nível de macrosistema.

Em nosso debate sobre a Tecnologia Educacional hoje, ganham força as preocupações ideológico-políticas e ético-filosóficas como crítica e superação da marca tecnicista no momento de seu nascimento.

Notamos nessa definição uma preocupação de apresentar a Tecnologia Educacional de uma forma mais ampla, fundamentada em disciplinas científicas,

preocupada com as teorias da comunicação, bem como a ética, a filosofia e a política. Ou seja, Tecnologia Educacional vai além da pesquisa da utilização dos recursos tecnológicos em educação. Observe-se que a autora, no texto citado, não menciona a calculadora, que é um recurso tecnológico que pode ser bastante explorado nas aulas de Matemática, mas que ainda sofre muitas críticas.

Atualmente a tecnologia aparece, na cena educacional, como algo imprescindível e temível ao mesmo tempo (LION, 1997, p. 23). É “preciso” ensinar informática, é “preciso” pôr vídeos, mesmo que nem sempre se saiba para quê... Enfim, “é preciso dinamizar as classes”. Diante dessas afirmações Lion questiona as produções tecnológicas dentro da escola, os impactos das novas tecnologias nos professores e ainda apresenta alguns mitos. Um deles é o de que somente por incorporar novos meios, produções, ferramentas e instrumentos nas escolas criamos inovações pedagógicas. Nesse mito, fica clara a sugestão de que os alunos aprenderão muito mais, e melhor, apenas com a introdução de algum equipamento como o computador, o vídeo, a televisão - e por que não dizer, a própria calculadora nas aulas de matemática. Como essa idéia é apresentada como “mito”, deduz-se que Lion quer nos mostrar que a simples “introdução” da calculadora nas aulas de matemática não contribuirá, nem fará com que os alunos aprendam mais e melhor os conteúdos de matemática.

Essa mesma autora apresenta algumas idéias relativas à tecnologia, que merecem uma reflexão (LION, 1997, p. 31):

- Cada sociedade cria, recria, pensa, repensa, deseja e age sobre o mundo através da tecnologia e de outros sistemas simbólicos. A tecnologia é impensável sem admitir a relação entre o homem e a sociedade.
- A tecnologia não é neutra, obedece a jogos de poderes e a leis de mercado próprias da sociedade na qual está inserida.
- O sistema educacional, em geral, e a escola, em particular, apropriam-se das produções tecnológicas desde um ponto ético, político-ideológico, pedagógico e didático determinado.
- Os impactos da tecnologia atravessam a escola. As instituições educacionais não apenas ‘consomem’ como também produzem tecnologia: materiais para o ensino, software, guias de leitura e de observação de vídeos, decodificação das mensagens dos meios de comunicação de massa, incorporação do jornal na aula, etc. Produzir tecnologia não é somente ‘inventar um novo aparelho’, é questionar a tecnologia feita para a escola e o que faz com as produções tecnológicas. É vincular tecnologia e didática. É vincular tecnologia e cultura.

Nessa última idéia, aparece a questão de vincular a tecnologia e a didática, que pode ser um ponto crucial no que se refere à utilização das calculadoras nas

aulas de Matemática. Introduzir a calculadora exige planejamento para usá-la de forma a propiciar uma melhor compreensão dos conteúdos ensinados.

Também pudemos perceber que o homem compreende melhor o mundo e age sobre ele através das tecnologias que cria. Essas tecnologias estão inseridas em nossa sociedade, e também na escola. Nesse contexto é que se torna relevante capacitarmos nossos alunos para que não só utilizem a tecnologia da melhor maneira, como também possam ver suas limitações e facilidades. E a escola pode, também, ser um local onde novas tecnologias surjam.

Uma alternativa, adotada por alguns, consiste em simular que os recursos tecnológicos não existem, criando uma escola que fica como que situada em uma redoma, tentando separar-se em uma “realidade” diferente daquela em que vivem alunos e professores. Esse aluno tem uma linguagem própria, muitas vezes convive com computadores, tem acesso a caixas e bancos eletrônicos, telefones celulares e calculadoras. De acordo com Lion (1997, p. 32), a escola especializou-se na tecnologia cognitiva verbal, o saber simbólico ou o saber e a construção de significados. A instituição educacional deixa assim toda a tecnologia dos novos meios e sistemas simbólicos e de sentido (a realidade, o saber vinculado à ação) para a cultura extra-escolar. Integrar ambos os ‘mundos tecnológicos’ implica: conhecer quais são os nossos preconceitos, como docentes, acerca da tecnologia bem como dos alunos, dos pais, dos outros docentes, dos diretores, etc. Debater com os alunos qual é o impacto das tecnologias em sua vida cotidiana; encontrar, na tarefa docente cotidiana, um sentido para a tecnologia.

A utilização de qualquer tecnologia, em particular a calculadora, exige a superação de preconceitos tais como o de que os alunos deixam de raciocinar no momento de resolver um problema ou exercício se fizessem uso dela. Outra questão levantada é a discussão da implementação de uma tecnologia com toda a comunidade escolar que envolve os alunos, os pais, os professores, a direção. E finalmente, dar sentido à tecnologia que está sendo usada, que não seja por modismo, ou para mudar a maneira como o professor se relaciona com os alunos, que apesar da inserção de alguma tecnologia continua sendo feita de forma autoritária. Em outros casos algumas tecnologias são substituídas: em vez de passar um texto no quadro de giz ele agora utiliza o projetor, tendo colocado seus textos na forma de slides usando o PowerPoint. Nesse sentido, vejamos o que nos diz Moran (1995, p. 3):

As tecnologias de comunicação não mudam necessariamente a relação pedagógica. As Tecnologias tanto servem para reforçar uma visão conservadora, individualista como uma visão progressista. A pessoa autoritária utilizará o computador para reforçar ainda mais o seu controle sobre os outros. Por outro lado, uma mente aberta, interativa, participativa encontrará nas tecnologias ferramentas maravilhosas de ampliar a interação. As tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas modificam algumas das suas funções. A tarefa de passar informações pode ser deixada aos bancos de dados, livros, vídeos, programas em CD. O professor se transforma agora no estimulador da curiosidade do aluno por querer conhecer, por pesquisar, por buscar a informação mais relevante. Num segundo momento, coordena o processo de apresentação dos resultados pelos alunos. Depois, questiona alguns dos dados apresentados, contextualiza os resultados, os adapta à realidade dos alunos, questiona os dados apresentados. Transforma informação em conhecimento e conhecimento em saber, em vida, em sabedoria -o conhecimento com ética.

Podemos perceber que a utilização de qualquer tecnologia pode ser feita de modo a gerar bons resultados ou manter as coisas como estão, apenas maquiando as práticas tradicionais com a inserção de alguma tecnologia. Poderíamos até chegar a dizer que seria melhor, em alguns casos, que se usasse apenas o quadro de giz. Usar a calculadora em sala de aula não é simplesmente facilitar as operações, mas exigir novas posturas frente ao cálculo, como a discussão dos resultados e análise das estratégias usadas pelos alunos.

Em documento denominado 'orientações curriculares', enviado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná às escolas públicas do Estado, para que os professores de Matemática estudassem na semana pedagógica, em fevereiro de 2006, as tecnologias são consideradas "tendências metodológicas", estudadas pela Educação Matemática, e podem ser implementadas em sala de aula. Esse documento afirma que, referindo-se às tecnologias,

*(...) o uso de mídias, sejam elas software, calculadoras e aplicativos da Internet, tem favorecido as experimentações matemáticas, potencializado formas de resolução de problemas nunca antes pensadas. Aplicativos de modelagem e simulação têm auxiliado alunos e professores a visualizar, generalizar, representarem o 'fazer matemática' de um forma passível de manipulação, pois permitem construção, interação, trabalho colaborativo, processos de descoberta de forma dinâmica e um confronto entre a teoria e a prática, estimulando a experimentação. (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ, 2006, p. 7)*

Porém, existem alguns problemas para implementação do que foi proposto acima. Primeiro é preciso que os professores estejam preparados para utilizar qualquer uma das tecnologias acima mencionadas. Segundo, é necessário que as escolas estejam equipadas com computadores para que possam ser utilizados por professores e alunos. No caso específico da calculadora, é preciso que os professores se convençam das utilidades desse recurso e possam utilizá-lo de forma a melhorar a aprendizagem dos alunos.

Os equipamentos eletrônicos fazem parte da nossa vida e da vida de nossos alunos. Estamos acostumados e interagimos com inúmeras tecnologias como caixas eletrônicas, telefones celulares, aparelhos de som cada vez mais modernos, televisores. Porém, as dificuldades tornam-se maiores quando se trata de utilizarmos uma tecnologia na sala de aula, pois muitas vezes não sabemos o que fazer ou como fazer, além do medo do inesperado, um problema gerado pela falha do equipamento, ou até mesmo dúvidas trazidas pelos alunos, que por conhecerem e usarem o equipamento fora da escola, colocam em xeque o conhecimento do professor. É preciso que o professor saiba lidar com situações nem sempre previsíveis e se disponha a discutir com os alunos saídas para os problemas propostos, abdicando de sua posição de único detentor do saber.

É necessário que encaremos o uso das tecnologias dentro da escola, pois fora da escola ela faz parte do dia-a-dia de muitos de nossos alunos. Nesse sentido concordamos com Litwin (1997, p. 130) que nos diz:

O desenvolvimento atual da tecnologia redefiniu as tarefas intelectuais em todos os níveis do sistema educacional. Fora da escola, atingiu os espaços de brinquedo das crianças e adolescentes e criou um novo estilo de pensamento. O estilo de ensaio e resposta rápida nada tem a ver com o clássico jogo de xadrez. A valorização da atividade, o trabalho individual, o desafio frente à máquina, as corridas de obstáculos que treinam para a resolução rápida são hoje as formas cognitivas que se encontram fora da escola. O desafio consiste em conhecer o impacto que têm as formas treinadas e os estilos de decodificação nas práticas escolares. A utilização destas formas e estilos de pensamento implicará também em modificações nas práticas escolares, que voltam centralmente a recuperar como eixo a compreensão dos saberes.

É preciso analisar o impacto que as tecnologias têm trazido na forma de pensar dos nossos alunos e não fazer da escola algo isolado da realidade. Isso não quer dizer usar a tecnologia como adorno, como marketing ou até mesmo como forma de mostrar modernização. É preciso que a escola esteja atenta com o momento histórico, mas também preocupada com uma educação de qualidade. Segundo Litwin (1997, p. 131), a escola não pode ficar à margem. Não se trata apenas de tecnologia para a educação, da recepção crítica ou da incorporação das informações dos meios na escola. Trata-se de entender que se criaram novas formas de comunicação, novos estilos de trabalho, novas maneiras de ter acesso de produzir conhecimento. Compreendê-los em toda a sua dimensão nos permitirá criar boas práticas de ensino para escola de hoje.

No caso específico da matemática, usar a calculadora é uma forma de incorporar um instrumento de cálculo a inúmeras atividades que podem ir além do

cálculo: como a capacidade de inferir, de prever, de conjecturar. Não podemos deixar de lado essa tecnologia que tem tudo a ver com a matemática.

As tecnologias educacionais devem ser incorporadas às atividades de sala de aula como forma de motivação para o ensino, discussão de novas possibilidades de condução dos conteúdos. A introdução de uma tecnologia não resolve por si só qualquer problema educacional ou pedagógico, porém é mais um caminho para conseguirmos que nossos alunos aprendam mais e melhor.

Nesse sentido, vejamos as afirmações de Sandholtz et al. (1997, p. 174):

A tecnologia é vista como um catalisador e uma ferramenta que reativa a empolgação de professores e alunos pelo aprender e que torna a aprendizagem mais relevante ao século XXI. Mas a tecnologia não é uma solução mágica, ela é somente um ingrediente necessário nos esforços de reforma. A tecnologia é utilizada de forma mais poderosa como uma nova ferramenta para apoiar a indagação, composição, colaboração e comunicação dos alunos. Ao invés de ser ensinada separadamente, a tecnologia deveria ser integrada na estrutura instrucional e curricular mais geral. Os alunos precisam de um acesso adequado à tecnologia, incluindo máquinas na sala de aula e recursos portáteis adicionais que possam ser compartilhados entre as classes. A tecnologia é melhor aprendida no contexto de tarefas significativas.

Não é a simples introdução de uma tecnologia em sala de aula que fará com o rendimento dos alunos melhore. E de nada adianta a inserção de uma tecnologia se ela não for bem planejada e não estiver adequada à realidade da turma. É preciso ter cuidado e também investir na formação dos professores que são os reais responsáveis pela implementação de mudanças.

Sandholtz et al. (1997, p. 175), reforça que a tecnologia não é uma panacéia para a reforma do ensino, mas ela pode ser um catalisador significativo para a mudança. Para aqueles que procuram uma solução simples e inovadora, a tecnologia não é a resposta. Para aqueles que procuram uma ferramenta poderosa para apoiar ambientes de aprendizagem colaborativos, a tecnologia tem um enorme potencial.

No caso específico da calculadora, que é uma tecnologia simples, barata, de fácil manuseio, que pode ser usada na própria sala de aula, que pode sempre acompanhar o aluno, ela precisaria ser mais explorada pelo professor e este deveria se mobilizar a perder o medo de se expor diante das dúvidas e procurar junto com os alunos saídas para as atividades propostas, bem como criar novas alternativas.

## CALCULADORAS PARA SALA DE AULA

As calculadoras eletrônicas evoluíram e esta evolução trouxe como uma de suas conseqüências a redução de custos. É possível encontrar uma calculadora 'básica' com as operações  $+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $:$  e  $\sqrt{\quad}$  por menos de R\$ 2, 00. Para alunos de escolas públicas, de baixa renda, isso representa a possibilidade de ter acesso a um recurso tecnológico que pode ser aproveitado nas aulas de Matemática e no dia-a-dia. Essa calculadora diminui muito o trabalho com as operações e pode ser explorada na construção do conceito de número fracionário e decimal, dízimas e cálculo de raízes por tentativas.

Por outro lado, as calculadoras evoluíram na sua capacidade operacional. As calculadoras denominadas científicas operam com números em notação científica, na forma fracionária, operam em outras bases como a binária, o octal e a hexadecimal, operam com funções trigonométricas e suas inversas, fazem cálculos estatísticos, etc. e o seu preço chega a ser compatível com os recursos das escolas e alunos de um modo geral.

Uma calculadora que possui apenas as funções básicas pode ser comprada por valores, em nossa moeda, inferiores a 1 dólar. Por outro lado, uma calculadora científica do tipo que descrevemos pode ser comprada por valores que variam entre R\$ 20, 00 e R\$ 50, 00, dependendo do modelo, da marca e do local da compra. Uma calculadora desse tipo tem maiores possibilidades de exploração nas aulas de Matemática do ensino médio.

Novamente: a idéia de uso de uma calculadora assim seria explorar os conteúdos aproveitando as capacidades operatórias da calculadora e desenvolvendo atividades que exijam dos alunos a tomada de decisões, a elaboração de estratégias e a resolução de problemas mais complexos. Porém, isso exigiria do professor planejamento, estudo e preparação prévias de problemas não disponíveis nos livros didáticos que, na sua maioria, apresentam conceitos, definições e atividades que não prevêm o uso de recursos tecnológicos. Se o professor se dispõe a usar uma calculadora científica, ele deve estar preparado para tirar dúvidas dos alunos referentes ao manuseio da própria calculadora e também deve admitir suas limitações e propor-se a pesquisar quando não souber fazê-lo. A própria calculadora é um instrumento que gera questões que podem ser discutidas e

aproveitadas em sala de aula, seu uso não deve limitar-se a substituir o cálculo com lápis e papel.

Nesse contexto, houve um tempo, e não faz tanto tempo assim, que numa mercearia os cálculos eram feitos manualmente com lápis e papel e muitas vezes nos impressionávamos com o habilidade de cálculo dos que nos atendiam. Depois, as calculadoras começaram a substituir o cálculo manuscrito e exigiam do operador do caixa apenas a habilidade e rapidez de digitar os valores das mercadorias, hoje em dia o operador de caixa tem apenas o trabalho de passar a mercadoria na frente de um leitor de códigos de barras. É claro que agora, às vezes, nos impressionamos com a falta de habilidade de cálculo dos operadores que, para saber quanto dar de troco, utilizam a calculadora. Essa evolução ocorreu em quanto tempo: 30 ou 40 anos? E nesse mesmo período, como a Matemática vem sendo ensinada em nossas escolas? Será que ela mudou muito? Isso nos faz refletir que muitas mudanças ocorridas na sociedade não atingiram a escola. Também nos faz refletir, como professores de Matemática, sobre a importância que damos às habilidades de cálculo, à memorização de fórmulas e regras. Será que é essa Matemática que nossos alunos precisam ou querem aprender?

A habilidade de cálculo, a memorização de fórmulas tem sua importância e não devem ser extintas das aulas de Matemática. O que estamos destacando aqui é que a Matemática pode ser estudada e ensinada com o apoio de instrumentos como a calculadora, o computador; e que nossa preocupação deve voltar-se a explorar conceitos, fórmulas e regras de forma que o aluno compreenda o que está fazendo e possa usar os seus conhecimentos em problemas que, na medida do possível, aproximem-se da realidade.

Comparação semelhante poderíamos fazer em relação ao desenho nos cursos de engenharia. Os esboços são feitas com lápis e papel, usando esquadros, régua, compassos. Depois que o aluno domina essas noções, passa a fazer seus desenhos no computador, usando softwares específicos. Não há porque, em função do tempo e precisão, ele fazer um projeto usando lápis e papel. Algo semelhante ocorre com o cálculo de limites, derivadas e integrais, que pode ser realizado usando um software matemático ou até mesmo algumas calculadoras que operam com essas funções; além do fato de em algumas situações poderem ser representadas graficamente em duas e até três dimensões na tela do computador ou da calculadora. Os conceitos de limites, derivadas, integrais são importantíssimos e

farão com que o aluno compreenda o significado dos resultados encontrados pela calculadora. Não há porquê o aluno decorar inúmeras fórmulas de derivação se o fundamental é saber aplicá-las na resolução de problemas.

Há no mercado, por exemplo, calculadoras gráficas que podem resolver quaisquer tipos de equações, sejam algébricas ou transcendentais, por métodos numéricos ou gráficos. Um segundo modelo pode realizar todo tipo de cálculo algébrico. É claro que estas sofisticadas calculadoras gráficas têm como grande inconveniente o custo elevado.

Diante de calculadoras como essa, ou mesmo softwares que fazem cálculos algébricos, como encaminhar o ensino da álgebra e até mesmo de outros conteúdos?

De acordo com Vizmanos (1997, p. 56), os alunos devem continuar estudando álgebra, porém o currículo a ser proposto, no futuro, deveria deixar de centrar-se exclusivamente na manipulação para dar uma maior importância às próprias estruturas conceituais da álgebra, como meio de representação, e dos métodos algébricos, como ferramenta para resolução de problemas.

A introdução de uma calculadora não significa o fim do cálculo ou da álgebra, mas oportuniza maiores discussões em torno dos processos, das estratégias, das regras, das fórmulas em vez da simples e às vezes complexa realização de inúmeros cálculos com algoritmos, fórmulas, etc.

Vizmanos (1997, p. 56) reforça que precisamos dedicar muito tempo aos conceitos e às estruturas de pensamento algébrico e menos tempo à manipulação algébrica tais como a resolução de equações, visto que se pode resolvê-la em pouco tempo e sempre com o mesmo procedimento. Parece importantíssimo dedicar muito mais tempo a aplicação da álgebra a distintas situações, para os quais utilizar-se-á a tecnologia existente.

Em países como Estados Unidos, Portugal e Espanha, a utilização de calculadoras gráficas vem ocorrendo há mais tempo e é possível encontrar artigos em algumas revistas desses países comentando atividades realizadas com esse tipo de calculadoras. No capítulo três, faremos menção a alguns desses artigos.

Aqui no Brasil, em função do custo elevado, elas não são populares, principalmente no ensino médio. Porém, existem alguns trabalhos desenvolvidos usando calculadoras gráficas. Alguns relatos de experiências usando esse tipo de

calculadora no ensino superior são feitos por Borba (1999), no livro 'Calculadoras Gráficas e Educação Matemática'.

As calculadoras, desde sua invenção, evoluíram e ganharam novas funções; deixaram de ser mecânicas, diminuíram de tamanho e foram incorporando tecnologias informáticas, aumentando sua capacidade de cálculo, memória, de realização de operações, permitindo representações gráficas.

A popularização das calculadoras reduziu custos e ela passou a ser incorporada a outros instrumentos como réguas, relógios, telefones. Nos últimos anos presenciamos uma grande propagação da telefonia móvel e os telefones celulares tornaram-se menores, mais baratos e incorporaram outras funções, além de receber e fazer ligações telefônicas: uma dessas funções é a calculadora. Ela está incorporada a vários modelos de telefones comercializados no mercado. O telefone celular teve seu custo reduzido e é utilizado por pessoas de quase todas as camadas sociais; de modo que não é incomum, nem improvável, que alunos do ensino médio possuam um aparelho com uma calculadora incorporada que poderia ser aproveitada nas aulas de matemática. A calculadora, simples ou científica, também está presente nos computadores e pode ser facilmente acessada durante a utilização de qualquer programa.

Até esse momento apresentamos algumas evidências de que as tecnologias fazem parte da vida de nossos alunos. Eles convivem com elas, sabem utilizar os equipamentos que essa tecnologia disponibiliza e, muitas vezes, nos surpreendem exibindo mais conhecimento ou desembaraço do que nós, seus professores, possuímos. Ironicamente, talvez o único lugar onde eles não possam usar uma calculadora seja a sala de aula de matemática, e isso faz soar de forma estranha a idéia de que um instrumento de cálculo não seja explorado justamente nas aulas de Matemática. Na seqüência, veremos que a evolução da calculadora se confunde com a do computador, pois os primeiros equipamentos denominados 'computadores' eram apenas enormes estruturas que realizavam algumas "contas".

## UM POUCO DE HISTÓRIA<sup>2</sup>

Para realizar a tarefa de calcular já se usaram pedras, riscos no chão, marcas em ossos, madeira ou placas de argila, nós em cordas e até os dedos das mãos. Porém, o primeiro dispositivo conhecido para efetuar operações é o ábaco<sup>3</sup>. Sua origem não é precisa, mas acredita-se que surgiu com os babilônios, por volta de 4000 a.C. No século VI d.C. ficou conhecido na China e recebeu o nome de suan phan (bandeja de calcular) e no Japão seu uso ocorreu no século XVII, mas já era conhecido anteriormente com o nome soroban.

O ábaco foi usado por diversas civilizações antigas, tanto do Oriente como do Ocidente. Entre os povos romanos, esse instrumento possibilitou a realização das operações, já que o sistema de numeração misto não permitia essa tarefa. Assim, as contas eram feitas no ábaco e o sistema de numeração romano era utilizado apenas para registrar os resultados obtidos. Desta forma, podemos dizer que esse instrumento não só facilitou a realização das operações, mas viabilizou a execução de tal tarefa.

A Astronomia e a navegação são campos onde há exigência de cálculos tanto mais precisos quanto maiores forem as distâncias envolvidas. Ante a exigência de cálculos envolvendo números muito grandes, John Napier (1550 – 1617) cria os logaritmos. Com seu trabalho, Napier criou um dispositivo para facilitar o cálculo, proporcionando menos desgaste ao realizar operações numéricas. Esse invento recebeu o nome de barras de Napier – hoje conhecida com régua de calcular – e foi um instrumento que revolucionou o processo de computar ‘mecanicamente’. Mais tarde, o dispositivo criado por Napier foi reformulado e as barras foram colocadas em cilindros paralelos com o objetivo de facilitar a tarefa de multiplicar.

Willian Oughtred (1574-1660), matemático e teólogo britânico introduziu na Matemática o sinal  $\times$  da multiplicação e grande parte das abreviaturas utilizadas na trigonometria. Ele também contribuiu para o aperfeiçoamento da régua de calcular.

---

<sup>2</sup> Baseado em Mocrosky (1997) no artigo: ‘A calculadora: desenvolvimento histórico’ publicado nos Anais do VI Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. As referências neste tópico são aquelas utilizadas por Mocrosky, não constam em nosso trabalho, e não foram aqui registradas para não sobrecarregar o texto.

<sup>3</sup> O nome ábaco tem sua raiz na palavra grega abax ou abakion e significa tábua ou mesa de calcular.

Em fins do século XX passam a existir réguas destinadas às operações mais conhecidas (tipo "universal") até as especializadas para cálculos de concreto armado, taqueométrico, topográfico, etc.

De outro lado, o princípio da máquina mecânica de calcular foi descoberto, em 1623, pelo professor alemão Wilhelm Shickard (1592-1635) que construiu um *relógio calculador*. Dentre as realizações de Blaise Pascal (1623-1662), está a máquina digital de calcular criada por ele com o objetivo de auxiliar o trabalho de seu pai, um funcionário do governo encarregado do controle fiscal da Normandia. O instrumento criado por Pascal recebeu o nome de *Pascaline* e sua engrenagem era composta por 8 rodas com 10 dentes cada uma, interligadas. Seu funcionamento consistia no princípio do conhecido *vai um*, pois "cada vez que uma roda completava uma volta, a roda seguinte era movida de uma unidade" e... "cada roda da direita para a esquerda correspondia a uma ordem decimal", num esquema parecido com o do ábaco, apenas com a alteração de que no lugar de contas era usado rodas dentadas.

Pode-se imaginar que são diversos os desenvolvimentos possíveis para máquinas capazes de calcular, e seus modelos, tipos e princípios de funcionamento começam a se diversificar.

Em 1823 Charles Babbage (1792-1871) cria a máquina diferencial para efetuar as quatro operações básicas e armazenar os resultados intermediários dos cálculos, um projeto que nunca chegou a ser concluído por falta de recursos. Entretanto, Babbage projetou um novo instrumento: a máquina analítica, que pode ser considerada a primeira programável. Esta máquina tinha a capacidade de armazenar mil números de cinquenta algarismos, comparar números, utilizar funções auxiliares, introduzir dados para os cálculos e escrever os resultados.

Em 1880, o americano Herman Hollerith (1860-1929), utilizou cartões perfurados para guardar e processar informações. A inovação na descoberta consistia em um código para representar as informações nos cartões e máquinas necessárias para a realização da tarefa. Graças a máquina tabuladora elétrica, o resultado do censo que deveria demorar aproximadamente 10 anos, foi possível no período de 4 semanas. Tão grande foi o sucesso de seu trabalho que Hollerith, em 1896, fundou a empresa *Tabulating Machine Company* (TMC), com o objetivo de construir e comercializar as máquinas. Em 1914, essa empresa ganhou nova dimensão ao se associar a outras duas pequenas empresas ampliando seus negócios, ficando o grupo conhecido por *Computing Tabulation Recording Co*,

alterando seu nome, 10 anos depois, para *International Business Machine (IBM)*, de grande projeção por todos os cantos do mundo.

Numa adaptação do trabalho de Hollerith, em 1891, o bancário e futuro industrial William S. Burroughs (1857-1898), inventou a primeira *máquina de impressão por teclado*, utilizando cartões onde as informações eram representadas por furos que, de acordo com seu padrão, indicavam números e letras. Para garantir seus direitos e propagar e comercializar seu invento, Burroughs, fundou uma sociedade com seu nome.

A década de 1940 foi o marco para a era da informática. Nesse período surgem instrumentos com estruturas semelhantes ao projeto de Babbage referente à *máquina analítica*, hoje denominada *Computador*. O engenheiro alemão Konrad Zuse (1910, ?), por iniciativa própria, construiu três modelos de computadores Z1, Z2 e Z3. Em 1941 fez o primeiro modelo, o Z1, que é considerado por Haberkorn (1983, p-24) a primeira calculadora automática capaz de controlar um programa perfurado numa fita de papel. Essa máquina trabalhava com as quatro operações básicas, raiz quadrada e conversão decimal/ binária. O segundo modelo, o Z2, era uma calculadora operando num processo totalmente eletromagnético. O Z3, pode ser considerada a primeira calculadora universal programável trabalhando com *Software*, ou seja, com uma seqüência de instruções fornecidas à máquina, que indicam a operação a ser efetuada. Esse projeto foi utilizado pela Indústria Aeronáutica Alemã dando origem ao modelo Z4, destruído durante a Segunda Guerra Mundial em um bombardeio. Mesmo com dificuldades financeira, Zuse continuou trabalhando e aperfeiçoando seu invento e, apesar de sua criação ter sido valorizada na Europa, optou por vender sua patente a *IBM* americana. Outras partes de seu invento foram destinadas para o conglomerado eletrônico alemão, a *SIEMENS*.

Na década de 50 já estavam disponíveis para consumo uma grande variedade de calculadoras mecânicas e eletrônicas que resolviam as quatro operações básicas e em alguns casos eram capazes de imprimir os resultados. Um década mais tarde surgem calculadoras mais sofisticadas que possibilitam do armazenamento de dados e programas, tanto na sua estrutura interna como em cartões magnéticos, executando tarefas tão elaboradas, quase como um computador.

Na década de 70, que foi marcada pelo avanço da microeletrônica, foram criadas e aperfeiçoadas, graças a tecnologia existente, calculadoras com grande capacidade de cálculo e surpreendente agilidade.

Um dos poucos lugares onde existe alguma resistência ao uso dessa tecnologia é a escola. Essa resistência talvez se deva a que a maioria dos professores que atua em sala de aula foi educada para uma matemática que valoriza muito o cálculo escrito, a memorização de fórmulas e regras e nesse contexto, a calculadora pode ser entendida como um entrave.

A utilização de qualquer tecnologia em sala de aula deve ser discutida e refletida antes de ser utilizada. O professor deve estar ciente das potencialidades e limitações da tecnologia a ser implementada, quais os benefícios e também os possíveis malefícios que a implementação de uma determinada tecnologia pode trazer. Nenhuma tecnologia é boa ou ruim por natureza, depende como ela é utilizada, com quais objetivos, com quais intenções. Para refletirmos um pouco sobre dois instrumentos tecnológicos populares: a televisão e o computador, apresentamos, na seqüência, as idéias de Valdemar W. Setzer. Ele questiona e discute a implementação destes equipamentos como recursos para a educação. Acreditamos que fornece elementos importantes para refletirmos e analisarmos com cuidado a implementação de qualquer tecnologia em sala de aula. No caso específico da calculadora, ela tem sido muito criticada e a intenção desse trabalho é dar a conhecer algumas dessas críticas (tanto à calculadora como às tecnologias de modo geral) e mostrar que, com planejamento e organização, ela pode ser usada para potencializar a aprendizagem de matemática e a criação de recursos ainda não explorados.

## MEIOS ELETRONICOS E EDUCAÇÃO

O livro *Meios Eletrônicos e Educação* compila uma série de artigos e ensaios que Setzer (2001) já havia colocado à disposição do público, no seu site, na internet. Alguns deles já haviam sido publicados em congressos ou em revistas.

Setzer apresenta uma visão radical e clara a respeito do uso de alguns meios eletrônicos, como o computador e a televisão, na educação. Em relação à educação, preocupa-se muito com a preservação da infantilidade das crianças e da juventude dos jovens e como conseqüência, do futuro delas e de todos. Isso se deve à sua experiência com a Pedagogia Waldorf, método educacional não convencional, mas antigo. Essa pedagogia foi introduzida por Rudolf Steiner em 1919 e atualmente utilizada em mais de 800 escolas espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil.

Apesar de Setzer, neste livro, escrever sobre vários assuntos, vamos nos deter nos tópicos relacionados à televisão e o computador.

Buscamos neste autor uma crítica profunda e bem fundamentada ao uso escolar dos instrumentos que fazem parte do nosso dia-a-dia e, principalmente dos nossos alunos. Da mesma forma que muitos fazem críticas ao uso da calculadora em sala de aula, deve-se também analisar o uso da TV, do computador. Além do que, com o advento do computador, a discussão sobre o uso da calculadora foi deixada de lado, embora seja um recurso mais acessível do que o computador.

Começemos com algumas informações que Setzer (2001) nos fornece: a televisão é um dos aparelhos mais comuns e se faz presente na maioria dos lares brasileiros. Apesar de toda evolução, ainda sua imagem é grosseira comparada com a capacidade de visão do ser humano. A imagem da TV apresenta em torno de 300.000 pontos luminosos enquanto o olho humano tem 150.000.000 de células sensíveis à luz. Ela não é capaz de transmitir todas as nuances, cores, detalhes de um objeto.

Em seguida, Setzer começa a introduzir suas críticas: uma pessoa frente à televisão está fisicamente inativa. A visão e a audição são usadas parcialmente, os pensamentos estão praticamente inativos e não há tempo para raciocínio consciente e para fazer associações mentais, em função da velocidade de tudo o que se passa na teve. Em pesquisas realizadas com telespectadores<sup>4</sup> notou-se que eles ficam num estado de desatenção, de sonolência, de semi-hipnose gerados pelo piscar da

---

<sup>4</sup> Pesquisas mencionadas por Setzer (2001) nas páginas 17-19, quando trata do telespectador.

imagem, o ambiente em penumbra, a passividade física e de modo particular o olhar fixo. Porém, há a atividade intensa do sentimento (paixões, conflitos, etc.) e é atrelado a isso que são feitos os programas apresentados: novelas com conflitos pessoais profundos, esportes perigosos e cheios de ação, e é claro, muita violência.

Em função destas características do telespectador ao assistir TV, é necessário que as imagens mudem constantemente, pois se ficarem paradas por muito tempo é provável que o telespectador durma. Como consequência desse dinamismo para despertar os sentimentos e a atenção do telespectador, quase tudo o que a TV transmite tem se transformado num show. O que é mais grave nisso é que, como a TV está inserida em nossa sociedade, exige-se que outras atividades como a política, a religião, a educação, entre outras, também sejam transformadas em show, caso contrário estão fadadas a serem classificadas como monótonas e “chatas”.

Ao assistir TV, a atividade mental do telespectador é mínima, pois as imagens chegam prontas, não havendo necessidade de qualquer tipo de associação. Situação bem diferente da de uma pessoa ao ler um livro, em que é preciso imaginar, relacionar, compreender, além do que é um processo bem mais lento se comparado com a velocidade das imagens e informações que são recebidas pela TV.

Considerando todas as características da TV, e o estado dos telespectadores, compreende-se a quantidade de programas violentos, de esportes violentos, de novelas que exploram conflitos, de shows com muita luz, sons fortes; que são exibidos pelas emissoras de TV, pois caso contrário os programas não atrairiam a atenção das pessoas ou fariam com que dormissem.

Um grave problema de toda violência da TV é que o ser humano grava tudo o que vivencia no seu subconsciente e, em situações de stress, de emergência, ou ação inconsciente, isso pode ser decisivo nas atitudes, nas ações, nos pensamentos, nos sentimentos. Isso se torna ainda mais grave quando os telespectadores são as crianças e os jovens que estão formando sua personalidade, seu caráter.

Como a TV está presente na grande maioria dos lares, ela é o veículo preferido para se fazer publicidade e os motivos parecem óbvios: o número de pessoas atingidas e o estado em que se encontram ao assistirem a TV. As estatísticas mostram que o volume de recursos gastos com propaganda na TV é

grande e maior do que o empregado em outros meios de comunicação. Tem-se aí, um círculo vicioso capitalista: aumentar a audiência faz com que haja um aumento de investimento em propaganda, a qual faz com que as emissoras invistam para aumentar a audiência. Como as emissoras são tipicamente capitalistas, questões como desenvolver a capacidade de pensar, da consciência, da sensibilidade, quase não são exploradas e os programas que o fazem têm pouca audiência e estão fadados a sair do ar por falta de patrocínio. Seria necessário por parte da população uma autocensura, não assistindo a determinados programas e principalmente, não permitindo que crianças e jovens os assistissem. Porém, isso pouco ocorre, pois a TV acaba por abafar a consciência, aniquilando a capacidade de pensamento das pessoas. Setzer chega a dizer que “a TV animaliza o ser humano”.

Como conseqüência de tudo isso, pode-se concluir que a TV comercial não tem nenhum efeito educativo. A educação é um processo lento em que devem ser respeitados os processos de desenvolvimento da criança e do jovem e, na TV, tudo é rápido, pelas próprias características do aparelho.

Para Setzer, a educação é um processo de caráter contextual que se preocupa com o despertar da criatividade, da consciência, da sensibilidade e da imaginação. A TV, ao contrário, faz com que o telespectador fique inerte, absorvendo tudo o que é apresentado, que na maioria das vezes, é uma deturpação da realidade. A televisão tem a capacidade de condicionar as pessoas e não de educá-las. Algumas tentativas de criar programas que se dizem educativos recaem num mero show, com muito pouco de educação, ou são monótonos demais, não atraindo a atenção do telespectador.

Na opinião do autor, a televisão somente deve ser empregada na educação como ilustração, com vídeos de curta duração, tendo a possibilidade de repetir e discutir o que foi apresentado com os alunos, de preferência, somente no Ensino Médio ou na Universidade.

No caso da TV em casa Setzer é mais radical. O ideal é não possuir uma, e foi isso que ele fez enquanto seus filhos não chegaram à idade adulta. Porém, se houve razões especiais para tê-la, que ela esteja num lugar de difícil acesso e apenas seja utilizada quando decidir-se conscientemente assistir a um determinado programa. Toda essa radicalidade tem como fundamento o mal provocado pela TV em função de sua programação violenta, que apresenta imagens caricatas do

mundo, impregnadas de propagandas que levam ao consumismo e à superficialidade de sentimentos e relações sociais.

Os pais estão extremamente preocupados com o bem e com a educação de seus filhos. Mas quando o assunto é a TV nem sempre há uma real consciência dos efeitos maléficos que ela pode trazer na formação da personalidade e do caráter de seus filhos.

Segundo Setzer (2001, p. 58):

É obrigação dos pais dirigir seus filhos, orientá-los e não dar-lhes total liberdade, achando que, se não o fizerem, criarão traumas, fruto de um psicologismo moderno. As crianças e os jovens sabem, inconscientemente, que não têm experiência de vida e que precisam ser guiados. E a primeira coisa a fazer é eliminar de casa o que é prejudicial à educação.

Faz tempo que a TV vem sendo usada em educação. Quando me refiro à TV, é claro que também incluo o vídeo-cassete e, hoje em dia, o DVD. A televisão como qualquer outro recurso tecnológico pode ser utilizado em educação desde que se tomem alguns cuidados e não sejam apenas modismos (pois todos estão usando).

Uma das grandes lições que a televisão, apesar de todos os agravantes mencionados por Setzer, pode nos dar como educadores é que ela quebra a monotonia, vai contra a passividade. O que ocorre em muitas de nossas aulas: elas são monótonas, o aluno é apenas um ouvinte, que quase não participa e está alheio ao que o professor está ensinando. Talvez aulas centradas num processo de investigação e resolução de problemas que, na medida do possível, aproximem-se do mundo real, utilizando a calculadora como instrumento de cálculo, investigação e exploração, possam colaborar na quebra da passividade encontrada nas aulas de matemática. Assim, destacamos a importância de conhecer uma crítica que tenha a articulação dessa promovida por Setzer, ela nos faz refletir, organizar os discursos esparsos colhidos em sala de aula, as opiniões “contrárias” ao uso da calculadora e, também, nos permite elaborar argumentos de contraposição a essa resistência.

Seguindo em suas objeções, Setzer vai nos dizer que o computador é uma máquina que difere das demais por transformar, transportar e armazenar dados, em vez de energia ou matéria. Dados não têm consistência física e devido a isso é que foi possível diminuir o tamanho dos computadores. Na perspectiva de Setzer, o computador simula pensamentos restritos executando todas as instruções de um programa, de modo a não ter a criatividade de nosso pensamento. As instruções ou comandos (mesmos os icônicos) são entes matemáticos, ou seja, podem ser descritos formalmente através de construções matemáticas. Sendo os dados

símbolos formais, pode-se dizer que a matemática dos computadores é lógico-simbólica e algorítmica. O computador é uma máquina abstrata e determinística.

Na seqüência, Setzer começa a utilizar os mesmos argumentos que havia usado em relação à TV (e, note-se, podem ser utilizados em relação à calculadora!): o usuário do computador olha para uma tela e fica praticamente inerte diante dele, havendo poucos movimentos do olho e das mãos ao movimentar o mouse ou utilizar o teclado.

Ao utilizá-lo, o usuário fica num estado que Setzer (2001) chama de 'estado de usuário obsessivo' podendo ficar horas diante do computador esquecendo-se de sua vida, de suas obrigações e necessidades. O usuário do computador precisa executar determinados comandos ou combinações de comandos para realizar determinada tarefa. Não descobrindo quais são esses comandos, o usuário pode entrar nesse estado de excitação obsessiva. Além disso, o usuário do computador é induzido a agir de maneira indisciplinada, sendo seu espaço de trabalho puramente mental sem conseqüências diretas no mundo real. Note-se que neste âmbito computacional, tudo pode ser corrigido, não havendo disciplina para fazerem-se coisas corretas, bem feitas, esteticamente agradáveis.

O autor cita um exemplo que é o de escrever um texto num editor de texto. Não existe nenhuma preocupação com o alinhamento, com a forma, com o espaço e até mesmo com a ortografia e a concordância verbal, pois no final tudo pode ser alterado de modo a ficar perfeito. O mesmo não ocorre quando se utiliza uma máquina de escrever ou se escreve à mão um texto. Nesses casos, é necessária a disciplina, preocupação com alinhamento, espaço, forma, etc.

Ações indisciplinadas em máquina concreta, como um carro, um torno, uma furadeira, podem causar acidentes físicos. Porém, o computador por ser uma máquina abstrata pode causar acidentes mentais, psicológicos e psíquicos e isso faz com que esses acidentes não sejam facilmente percebidos, daí serem tão ignorados.

Considerando que o computador é uma máquina e que para utilizar essa máquina não há necessidade de "disciplina", como e quando deve ser introduzido na educação?

Essa utilização na educação envolve um conflito de opiniões entre os especialistas. A opinião de Setzer em relação ao uso do computador em educação

leva em consideração o modelo introduzido por Rudolf Steiner, em 1919, aplicado com sucesso nas escolas Waldorf.

De acordo com Steiner, conforme citado por Setzer, existem três grandes fases de desenvolvimento, denominados setênios, períodos de 7 anos, que resumidamente são: de 0 a 7 anos a criança desenvolve seu querer, estando aberta ao exterior; de 7 a 14 anos desenvolve principalmente o sentimento, e de 14 a 21 anos o jovem desenvolve o seu pensamento abstrato e formal.

Como o computador exige do usuário a utilização de uma linguagem simbólica formal e abstrata, o adequado seria introduzi-lo na educação no 3º setênio (14 a 21 anos), quando o jovem entra no ensino médio, de modo que possa aprender a usá-lo e compreendê-lo. Utilizá-lo antes desse período vai acelerar o desenvolvimento da criança ou do jovem de forma inadequada.

Ao concluir o ensino médio, os jovens devem ter um conhecimento básico do funcionamento do computador bem como uma visão crítica do bem e do mal que podem provocar. Conhecer e saber analisar o funcionamento dessas máquinas permite que as coloquemos nos seus devidos lugares na sociedade que atualmente é tão dependente delas. O importante é que se ensine o funcionamento de máquinas como o computador, a televisão de modo que não sejam um mistério. Despertar a curiosidade e a criatividade deve ser uma obrigação da escola. Porém, como as máquinas estão ficando cada vez mais complicadas, as pessoas estão ficando inertes diante delas e incapazes de compreendê-las. Abdicar da curiosidade e da investigação é abafar uma característica humana, uma paralisia mental, é reduzir o caráter humano da pessoa. Essa atitude de resignação, de falta de curiosidade pode ser estendida a outras áreas como a das relações individuais e sociais.

No caso específico do computador, uma máquina que ganhou universalidade, estando presente em praticamente todos os setores da sociedade, é importante mostrar como pode ser bem ou mal empregado, bem como as conseqüências de seu uso à sociedade e aos indivíduos.

De acordo com Setzer, considerando as características do computador e o desenvolvimento do jovem, a sua utilização em educação deve ser feita no ensino médio. Começando com parte física, ou seja, o hardware, passando pelo estudo das bases binárias e decimais, e na terceira série dando a introdução às linguagens de programação, sem o objetivo que aluno aprenda a fazer programação, mas para

compreender um pouco dos programas. Também na 3ª série introduzir os editores de textos, planilhas de cálculos e outros softwares comuns. Discutir o impacto social e individual dos computadores na sociedade. Quanto à internet, deve ser usada com cautela e responsabilidade, pois apesar de ser um avanço, muito lixo é veiculado através dela que nada colabora com a formação do jovem. É de se notar: a crítica de Setzer, embora bem articulada, muitas vezes se coloca numa perspectiva tão tradicional quanto o dito acima; por exemplo, esse modelo de abordagem ao computador através de informações sobre sua constituição física, seguido de linguagens como a binária poderia ser, facilmente, ridicularizado pelo exemplo concreto de milhares de jovens que aprendem a utilizar quaisquer tipos de programas (educacionais ou não), mesmo em idiomas que não compreendam, sem saber 'nada' sobre a construção física do computador. Mais ainda: seguramente a maioria dos usuários, e mesmo programadores, jamais se deparará, em toda a sua existência, com a necessidade de compreender códigos binários. Ou seja: Setzer comete exageros e distorções e, também, coloca-se numa perspectiva "tradicionalista" em relação a algumas propostas de ensino.

Porém, prosseguindo com as propostas de Setzer, o que ocorre na maioria das escolas é que o computador é introduzido desde as séries iniciais, sendo utilizado com softwares específicos, para acessar a internet e como ferramenta para o ensino de algumas matérias. O computador utilizado muito cedo vai exigir da criança e do jovem uma maturidade que ele ainda não tem. Ele atrai, fascina e muitas vezes o que chama a atenção na criança e no jovem não é o que está sendo ensinado, mas simplesmente a manipulação e o domínio da máquina. Além do que a utilização do computador transforma a educação num show ou num joguinho eletrônico, e o essencial - os conhecimentos, as habilidades e a maturidade que o aluno deve adquirir - é deixado de lado.

A utilização dos computadores nas escolas, principalmente com crianças, influenciam na sua mentalidade, na visão de mundo que vão adquirir. Visão materialista, mecanicista e utilitária, em vez de uma visão mais humana.

É ainda Setzer quem nos diz que o problema da educação não é tecnológico, mas humano. O computador deveria chamar-nos a atenção para o processo de desumanização que vem ocorrendo e para o problema da má formação dos professores, além da falta de remuneração, das condições de trabalho. É necessário que a escola torne-se mais humana e não mais tecnológica. O computador não é e

não será a solução dos problemas educacionais brasileiros. Não é colocando computadores em todas as escolas que teremos uma educação de qualidade. É preciso uma educação voltada para o ser humano, que torne nossas crianças e jovens sensíveis e morais, capazes de sentir interesse e compaixão por outras pessoas, de agir com responsabilidade socialmente.

Vamos retomar o contexto deste trabalho: nosso assunto é o uso de calculadoras em aulas de matemática no Ensino Médio. Não estamos nos posicionando contra o uso de computadores ou da televisão; trouxemos as opiniões de Setzer no sentido de articular um discurso que, de certa forma, resume as opiniões que conhecemos contra o uso das calculadoras. Setzer não toma conhecimento das calculadoras, ele se dirige contra alvos “maiores”, e consideramos que isso também é sintomático: as calculadoras não são objetos da preocupação, não se mostraram relevantes sequer para receber as críticas de quem, como Setzer, está tão preocupado com as conseqüências da inclusão de artefatos tecnológicos nas salas de aula.

Ao fim deste capítulo acreditamos que o leitor possa ter situado o problema do uso da calculadora dentro de um contexto mais amplo: o das tecnologias em geral, das tecnologias educacionais em particular. Além disso, espera-se que seja possível organizar de modo adequado as formas de resistência ao uso das tecnologias, de modo que talvez nos seja possível “defender” o uso das calculadoras nas aulas de matemática. Não resta dúvida quanto à necessidade de utilizar os recursos tecnológicos, como o computador, a televisão e a calculadora com consciência e responsabilidade; mas o assunto não deve ser tratado como uma questão “moral”, até porque seria necessário discutir os valores que fundamentam essa “moral”; e isso é algo que Setzer não faz, tomando como “universais” aqueles valores que ele mesmo adota.

No próximo capítulo tentamos descrever como as concepções de matemática dos professores podem estar articuladas com sua adoção, permissão ou restrição ao uso das calculadoras. Nosso intuito será o de apresentar uma breve descrição do que se entende por “concepção”; bem como estipular o que vamos tomar por esse termo, de modo que possamos dar uma descrição mais precisa daquilo que conversamos e vimos dos professores em sala de aula.

Finalmente, cumpre destacar que embora todas as previsões que supunham um largo uso das calculadoras pelos professores de matemática, isso

não aconteceu. Chegamos “ao futuro” e tais previsões ficaram deslocadas: a calculadora praticamente saiu de cena, chegaram os computadores... e os alunos (e professores) não tiveram acesso a elas nas aulas da disciplina de matemática que, supostamente, seria a mais adequada a provocar novas formas de pensar utilizando esse recurso. Concluimos este capítulo com uma citação cujo contexto foi o de uma Conferência proferida em 1975, uma citação que nos mostra o quanto distantes nos colocamos das previsões sobre o uso da calculadora... e uma citação que nos faz lembrar que, naquela época, muitas pessoas se opunham ao uso das calculadoras, mas não encontramos textos em que surgissem previsões no sentido de que as calculadoras não seriam permitidas em sala de aula no futuro...

As máquinas estão a nosso serviço. O professor primário não precisa temer o aluno que em segundos fará contas que em outros tempos levariam horas e muitas tentativas e muita punição. Em uma hora ou duas, uma criança de seis anos dominará as quatro operações com números grandes, se é que ela já não chegou à escola sabendo. Isso não é o ano 2000, é 1976 ou 1977!

Ubiratan D'Ambrosio, 1986 – Da realidade à ação.

## O professor de matemática: o que ele diz? O que ele faz?

Nossa prática no cotidiano das escolas e de seus entornos nos dá elementos a partir dos quais articulamos falas sobre esse cotidiano. Se nos perguntam “qual sua concepção sobre Matemática?” todo um leque de frases prontas nos surge. São frases pré-elaboradas, freqüentes no nosso dia-a-dia, nas documentações oficiais, nos projetos pedagógicos, nos discursos competentes dos técnicos e pesquisadores. Frases que insistentemente transitam nos corredores das escolas e tornam-se jargões, toadas que vão perdendo seu encanto motivador e tornam-se sentenças sem significado que só atestam uma nossa capacidade de nos reconhecermos como membros de uma determinada comunidade que nos aceita por repetirmos, insistentemente, esses mantras obrigatórios.

Vicente Garnica – Um tema, dois ensaios

O uso das calculadoras nas aulas de Matemática depende de diversos fatores e talvez um deles seja a concepção que o professor tem sobre a Matemática e sobre o ensino da Matemática. De acordo com Fiorentini (1995, p. 4), por trás de cada modo de ensinar, esconde-se uma particular concepção de aprendizagem, de ensino, de Matemática e de Educação. Os valores e as finalidades que o professor atribui ao ensino da matemática estão, portanto, associados à forma como se concebe a relação professor-aluno e, além disso, à visão que se tem do mundo, da sociedade e do homem. Há sintonia entre o que os professores dizem, e aquilo que fazem em sala de aula? Afinal, o que são “concepções”?

De acordo com Garnica e Fernandes (2003), a partir de Peirce e Murphy, concepções ou crenças<sup>5</sup>, acerca de algo, são regras de ação que se manifestam quando as pessoas descrevem suas ações, seus hábitos, suas posições específicas acerca de como procedem quando relacionados com algo próprio de sua prática.

Entender, portanto, que concepções são regras de ação, segundo Garnica e Fernandes (2003) implica aceitar que as investigações sobre essas concepções devem centrar-se na manifestação – quer seja no discurso, quer seja na efetividade prática – das crenças sobre algo que, aos sujeitos, é próximo, familiar nos momentos em que descrevem ou vivenciam situações específicas.

---

<sup>5</sup> No artigo de Garnica e Fernandes não existe, a princípio, uma preocupação em discernir crenças e concepções.

Cury (1994), diz utilizar o termo 'concepção' no sentido amplo em que Ernest o emprega: como uma filosofia particular, específica de cada professor.

A concepção de um professor sobre a natureza da Matemática, segundo Thompson (1992), pode ser vista como as crenças conscientes ou subconscientes daquele professor, os conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências relacionadas com a disciplina.

Podemos dizer que se o professor valoriza muito as habilidades de cálculo, a inserção da calculadora não é algo simples a ser feito, pois ele irá acreditar que com a utilização da calculadora o aluno acabará perdendo um pouco da destreza com as operações matemáticas. Se nas crenças do professor a calculadora diminui as habilidades de cálculo - e isso for fundamental na matemática que ele concebe -, provavelmente ele não permitirá seu uso.

Para Guimarães (1988) *concepção, ou sistema conceptual* do professor, é um esquema teórico, mais ou menos consciente, mais ou menos explícito, mais ou menos consistente, que o professor possui e permite a ele interpretar o que se lhe apresenta ao espírito e, de alguma maneira, o predispõe e influencia a sua ação.

No trabalho de Carvalho (1989), o termo concepção é utilizado em dois sentidos: como concepção de mundo (gramsciano) e no sentido expresso por palavras, restringindo-se às concepções sistematizadas encontradas nos compêndios de Filosofia da Ciência.

Podemos tomar 'concepção' como o ato de conceber abstrações, ou como uma operação que consiste em formar um conceito; ou, ainda, como um modo próprio de olhar de um sujeito em sua relação com o mundo, podemos considerar, em particular, que são as concepções do professor sobre a Matemática e sobre seu ensino que constituem esse seu "modo próprio de olhar" a Matemática e seu ensino e que, de alguma maneira, vão manifestar-se no seu fazer em sala de aula.

Cada professor tem o seu modo próprio de olhar a Matemática que foi formado e continua se formando no seu exercício profissional, na continuidade de seus estudos. Esse olhar depende também da formação acadêmica do professor e de sua experiência profissional. É nesse contexto que se situa a calculadora, que pode ser encarada como uma poderosa ferramenta de cálculo, que diminui o tempo na resolução de exercícios permitindo maiores discussões em torno dos processos e resultados; mas, também pode ser encarada como um instrumento que diminui as

habilidades de cálculo do aluno, chegando ao ponto em que estes alunos não irão realizar as operações elementares sem ela.

Existem vários trabalhos estrangeiros e brasileiros sobre o tema concepções e em relação à trajetória de pesquisa no Brasil, Garnica e Fernandes (2003, versão eletrônica) destacam:

A trajetória da produção brasileira, em particular, traz aspectos muito peculiares, numa linha de desenvolvimento que se abre em várias possibilidades: inicia tendo as concepções como conjunto de idéias a partir das quais a prática se realiza, passa pelos estudos que focam a origem dessas concepções – até então não investigadas – e desembocam elucidando uma trama teórica que amalgama, de modo visceral, concepção e ação (ou o que, na perspectiva da Psicologia, equivaleria a definir concepção como comportamento) na esteira da filosofia de Peirce.

A pesquisadora Thompson (1984, citada por Garnica e Fernandes, 2003) fez um estudo de caso com três professoras atuando em série equivalente ao nosso quarto ciclo fundamental e constatou que muitas das concepções e crenças manifestadas pelos professores acerca do ensino parecem estar mais ligadas a um conjunto de doutrinas abstratas do que a uma teoria pedagógica operatória. Para alguns professores, as concepções que eles têm acerca dos seus alunos e da dinâmica social e emocional de sua sala de aula parecem ter precedência sobre as suas perspectivas mais específicas sobre o ensino da Matemática. Essa autora conclui que as concepções (conscientes ou não) acerca da Matemática e do seu ensino desempenham um papel significativo, ainda que sutilmente, na formação dos padrões característicos do comportamento docente dos professores. Em particular, a consistência observada entre as concepções das professoras e o modo pelo qual elas tipicamente apresentaram o conteúdo sugere fortemente que as visões, crenças e preferências dos professores sobre a Matemática influem sobre sua prática docente.

Guimarães (1988, também citado por Garnica e Fernandes, 2003) investigou as concepções dos professores de Matemática sobre a Matemática e seu ensino. Ele tinha o objetivo de identificar e descrever as referidas concepções, evidenciando os seus traços mais importantes e as respectivas semelhanças, contrastes e diferenças encontradas entre os professores estudados. Foram entrevistados quatro professores e também observadas as suas aulas durante uma semana. Esse pesquisador concluiu que os professores, em relação às concepções sobre a Matemática, limitam-se ao campo escolar, evidenciando uma tendência para encarar a Matemática principalmente como uma disciplina curricular; o gosto ou entusiasmo

pela Matemática não se salienta, entre esses professores, como fator relevante para a escolha profissional que realizaram; atributos de caráter lógico, exatidão, rigor, dedução, foram os aspectos com que mais espontaneamente a Matemática foi caracterizada. No que se refere à natureza dos entes matemáticos, os professores estudados parecem encarar a Matemática segundo uma concepção realista, considerando-a como um conjunto de realidades objetivas, independente do homem; a Matemática é considerada como uma ciência aplicável de enorme importância nos vários domínios da realidade e da atividade humana, não sendo, no entanto, desta sua qualidade, retiradas implicações para o seu ensino e aprendizagem.

Nesse último comentário nota-se que o professor tem noção da importância da Matemática na realidade e atividade humana, porém essas situações reais não são levadas para sala de aula. Podemos fazer aqui um paralelo: no dia-a-dia quando as pessoas precisam resolver ‘problemas’ que envolvem a Matemática utilizam-se de calculadoras, computadores. Porém, na sala de aula onde a Matemática está sendo ensinada ela é deixada de lado, como um instrumento que atrapalha o aprendizado do aluno. Não queremos dizer com isso que as aulas de Matemática devam estar voltadas essencialmente a situações que o aluno associe com o seu dia-a-dia; mas também não podemos ficar no outro extremo, em que o ensinado em sala de aula não tem vínculo com a realidade que o aluno vivencia. Ou seja, da maneira como a Matemática é ensinada por alguns professores, o aluno pode ter a impressão que ela foi ‘criada’ apenas como uma disciplina escolar desvinculada de sua realidade e cuja aplicação um dia ele vai descobrir. Dessa forma, a Matemática distancia-se de uma de suas características históricas, que é dever o seu surgimento à necessidade que o homem teve de resolver problemas no seu dia-a-dia.

Retornando ao estudo de Guimarães (1988), ao salientar o papel do professor e do aluno, ele nos diz que, em geral, a aula é concebida como uma alternância de momentos de exposição (realizada pelo professor) e momentos de prática (realizada pelos alunos); o professor, em sua exposição, transmite essencialmente a informação que o aluno deve receber apoiando-se, freqüentemente, num diálogo pergunta-resposta em que ocupa o lugar de interlocutor preferencial; cabe ao aluno acompanhar a exposição do professor e participar do diálogo estabelecido por solicitação ou não do professor. Os assuntos são abordados com a preocupação da compreensão em alguns momentos e em outros apenas com aspectos voltados aos cálculos (aspectos mecânicos). As atividades em sala de aula são realizações de

exercícios que aplicam de forma mais ou menos direta os conteúdos apresentados pelo professor. Esses exercícios, na sua maioria, são bem estruturados não se caracterizando como problemas. O aprender Matemática está relacionado a habilidades mecânicas de cálculo e à compreensão em alguns momentos. Em relação às concepções relativas ao saber Matemática elas ficam dependentes da preparação anterior, onde o insucesso é encarado como um acúmulo de dificuldades trazidas de séries anteriores e de uma espécie de talento natural para a Matemática.

As atividades realizadas em sala de aula exigem do aluno atenção para depois repetir o que foi exposto e exemplificado pelo professor e nesse contexto o aluno é avaliado por sua capacidade de memorização e de repetição daquilo que foi apresentado pelo professor. Nesse panorama, a calculadora pode ser mais um instrumento de automação, em que o aluno repete procedimentos sem muitas vezes saber o que está fazendo. Aperte essa tecla, depois aquela, e você chega ao resultado. Com isso talvez o aluno consiga 'dar-se bem na prova' e ser promovido para a série seguinte. Porém, Guimarães destaca que os professores em alguns momentos estão preocupados com a compreensão e nesse caso a calculadora pode ser inserida para colaborar com a compreensão e até mesmo com a construção de alguns conceitos. Outra questão levantada por esse autor é que os exercícios não representam reais problemas para o aluno, pois em muitos casos eles são aplicações imediatas do que foi exposto pelo professor. Uma sugestão aqui, seria, com o auxílio da calculadora, propor aos alunos problemas para iniciar um determinado conteúdo, não tendo o aluno um algoritmo ou fórmula previamente conhecida para resolvê-lo. Manifestaram-se na pesquisa de Guimarães traços gerais comuns entre as concepções dos professores e suas práticas.

Carvalho (1989, citado por Garnica e Fernandes, 2003) desenvolveu sua investigação com dois objetivos básicos: explicar a concepção de Matemática numa perspectiva crítico-social que pudesse embasar propostas de ensino transformadoras; e analisar a concepção de Matemática de professores polivalentes das quatro séries iniciais do então denominado "1º grau". A autora constatou várias contradições reveladas pela professoras relativas à sua formação acadêmica, sua prática pedagógica e a concepção de conhecimento matemático. Segundo ela, os professores não têm consciência das concepções de ciência subjacentes aos princípios metodológicos das diferentes práticas pedagógicas e que, além disso, incorporam, ao menos parcialmente, em suas salas de aula, as concepções

tradicionais de Matemática. Esses professores abandonaram a concepção de Matemática veiculada em sua vida acadêmica, transformando-a num processo de práxis conseguida com a participação em cursos ou estágios, trabalhando com seus alunos de maneira diferente, superando obstáculos, aliados ao espaço para a discussão e reflexão sobre sua prática. Segundo a pesquisadora, a investigação conclui que o processo dialético de ação–reflexão–ação deu conta de propiciar as transformações tanto teóricas como práticas, as quais, deste ponto de vista, são indissociáveis.

Em relação aos professores que atuam nas séries iniciais, sua formação e prática de sala de aula, podemos fazer alguns comentários baseados em nossa experiência de trabalho no Curso de Magistério. A maioria destes professores cursou o magistério e, posteriormente, fizeram algum curso superior que, raramente é o Curso de Matemática. Assim, em geral, sua formação matemática fica restrita ao que eles concebem, associado ao pouco que foi apreendido nas aulas de Didática da Matemática durante o Curso de Magistério. É a formação continuada, sua própria prática em sala de aula, que faz com que criem estratégias de ensino e cristalizem concepções sobre o que é mais importante para o aluno. O domínio das operações básicas é um dos tópicos mais explorados nesse período, e para a maioria dos professores a utilização da calculadora em nada contribui para isso. Ao contrário, pensamos que a calculadora pode ser inserida nas séries iniciais do ensino fundamental, não em lugar do cálculo com lápis e papel, mas como instrumento de descoberta e realização de estimativas.

Silva (1993, citado por Garnica e Fernandes, 2003) investigou o modo de funcionamento das concepções didático-pedagógicas do professor pesquisador, na sala de aula de Matemática, e a relação dessas concepções com as concepções oriundas da prática científica da Matemática. A sala de aula e o professor são colocados no quadro do processo de formação, tanto do professor quanto do aluno. O estudo trata de pensar a relação entre concepções e sala de aula e não a influência de uma sobre a outra, no que se diferencia das pesquisas anteriormente aqui consideradas. Nessa pesquisa foram entrevistados seis professores-pesquisadores que atuam como professores de cálculo. Esses professores também tiveram suas aulas observadas.

Se tomarmos *concepção* como um ato de conceber abstrações, ou como uma operação que consiste em formar um conceito; ou, ainda, como um modo próprio de

olhar de um sujeito, podemos considerar, em particular, que as concepções do professor sobre a Matemática e sobre seu ensino constituem esse seu “modo próprio de olhar a Matemática e seu ensino” que, de alguma maneira, determina seu fazer em sala de aula. Além disso, as concepções do professor não estão presentes somente em “idéias”, mas, também, num conjunto de “práticas” que podem ser pensadas como rituais exercidos por professores e alunos. Esses rituais são necessários à “reprodução” daqueles que darão continuidade à produção científica da Matemática, e essa necessidade deve ser reconhecida por aqueles envolvidos no processo. A partir daí, tem-se a impressão que a Matemática tem uma forma que lhe é própria para ser ensinada, e que se assim não for feito, não será possível garantir o sucesso do aprendizado. Como as concepções de Matemática - e ensino de Matemática -, estão relacionadas também com essa formação, não é de se admirar que os professores, depois de formados, venham a reproduzi-las. Deste modo, se durante sua formação a calculadora foi um instrumento pouco explorado, enquanto que o rigor matemático, as deduções e demonstrações eram fundamentais, e as habilidades de cálculo e memorização eram exigidas constantemente; é bem possível que, depois de formado, o professor passe a trabalhar de acordo com os mesmos valores a que esteve exposto.

Cury (1994), desenvolveu estudo buscando analisar as relações entre as concepções de Matemática assumidas pelos professores e suas formas de considerarem os erros dos alunos. Foram investigados vários professores de Matemática do ensino superior de Porto Alegre que lecionavam em Licenciaturas de Matemática. Afirma a autora que a Matemática é uma atividade humana, sujeita a erros e correções, com origem nas necessidades e problemas da sociedade, em cada época e cultura, devendo seu ensino proporcionar ao aluno o envolvimento com os problemas da sua realidade sócio-cultural e a possibilidade de construir suas próprias soluções. Assim, os erros cometidos pelos alunos fazem parte do próprio processo de elaboração do conhecimento e devem ser fonte de exploração de novas idéias e novos conteúdos matemáticos.

O tema abordado por Cury, toma os erros cometidos como possibilidades de aprendizagem para os alunos, é algo pouco explorado nas salas de aula. Um dos motivos talvez seja o fato de que a avaliação é centrada na nota e isso faz do erro um “padrão” que permite classificar os alunos como “mais competentes” ou “menos competentes” em relação à Matemática. Se trabalhássemos em sentido oposto a

esse “tradicional”, a inserção da calculadora poderia se dar como um instrumento para a prática de “tentativa e erro”, onde o aluno seria motivado a fazer tentativas para chegar a resultados que poderiam ser “aproximados”. Falando ainda sobre o erro, são poucos os professores que se preocupam em analisar os erros cometidos pelo aluno, como forma de entender o que foi feito por eles. Apresentar formas diferentes de resolução, usar técnicas de estimativa e aproximação são possibilidades que, com o uso da calculadora, ganhariam rapidez e significado. No trabalho de Cury o termo concepção foi devidamente explorado e discutido, apresentando a visão de alguns autores já citados como Thompson, Guimarães, Carvalho, Silva, Ernest, entre outros. Destaque-se que, em alguns casos, os termos concepção, crença, visão, opinião são utilizados quase como sinônimos e a isso se soma às dificuldades de tradução de palavras de língua inglesa. Após seu percurso de análise do uso do termo ‘concepção’, Cury opta pelo sentido amplo que é proposto por Paul Ernest, que o caracteriza como uma filosofia particular, própria de cada professor. Os professores de Matemática formam idéias sobre a natureza da Matemática, ou seja, concebem a Matemática a partir das experiências que tiveram como alunos e professores, do conhecimento que construíram, das opiniões de seus mestres, enfim, das influências sócio-culturais que sofreram durante suas vidas.

Complementando com as palavras da pesquisadora:

Acreditamos que os professores de Matemática formam idéias sobre a natureza da Matemática, ou seja, *concebem* a Matemática, a partir das experiências que tiveram como alunos e professores, do conhecimento que construíram, das opiniões de seus mestres, enfim, das influências sócio-culturais que sofreram durante suas vidas, influências essas que se vêm formando ao longo dos séculos, passando de geração a geração, a partir das idéias de filósofos que refletiram sobre a Matemática. A essas idéias somam-se todas as opiniões que os professores formam sobre a Matemática como disciplina, sobre seu ensino e aprendizagem, sobre seu papel como professores de Matemática, sobre o aluno como aprendiz, idéias essas nem sempre bem justificadas. (CURY, 1994, p.37)

Em sua pesquisa, analisando as respostas e as idéias apresentadas nos questionários e entrevistas realizadas com os professores, Cury concluiu que a maioria deles tem uma visão absolutista da Matemática, considerando-a como o domínio de verdades absolutas que se dispõem em uma estrutura complexa, onde imperam a ordem e o rigor. Mesmo quando apresentam mudanças em suas práticas, contestando certos aspectos do ensino tradicional, os professores estão imbuídos da idéia de que a Matemática é importante no desenvolvimento da essência do homem e de que devem evitar os caminhos que possam levar os alunos a erros.

A pesquisadora aponta que, entre os participantes da pesquisa, não houve indicação da aceitação da Matemática com uma visão falibilista, na qual a Matemática é tida como um campo em constante mudança, cujo conhecimento nasce da atividade humana, parte de um processo social. Ao contrário, predominou a idéia daqueles que vêem a Matemática diretamente ligada às atividades e necessidades do cotidiano, considerado-a exata, indubitável e tal que, uma vez estabelecida deve ser ensinada como verdade absoluta. Ou seja, prevalece uma postura dogmática que pode dar origem a práticas autoritárias onde não são aceitas críticas e refutações ao conhecimento matemático ou à forma como ele é ensinado e avaliado.

De nosso ponto de vista, cumpre destacar que dentro de uma concepção absolutista da Matemática, alguns procedimentos como 'utilizar resultados aproximados' não seriam bem aceitos, pois não chegar à resposta exata é visto como uma 'falta' que não seria ultrapassada, pois 'melhorar a aproximação obtida', ainda seria visto como estando em oposição a 'obter o resultado exato'. Exposto a esta concepção, o aluno acabará por se convencer que a Matemática é perfeita, acabada, dogmática e nada mais há a ser descoberto, passará a ter no professor um 'senhor do conhecimento' que determina o que é certo e o que é errado. Nessa perspectiva, os exercícios e problemas só podem ter uma única resposta correta e "a" maneira de resolvê-los será aquela apresentada pelo professor. Nesse contexto a calculadora não têm outra utilidade além de auxiliar a realização de alguns cálculos pré-determinados. Outra observação que julgamos oportuno salientar, é que a matemática absolutista da sala de aula contrapõe-se à matemática onde os valores são aproximados por necessidades práticas, onde não existem  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\pi$  e sim 1,41; 1,73; 3,14. Essa oposição restringe à sala de aula os exercícios artificiais e utópicos.

Carrillo e Contreras (1995, citados por Garnica e Fernandes, 2003) afirmam que concepções podem ser consideradas como "operadores que atuam no processo de transformação do conhecimento em situação didática e no próprio controle da interação situação-aluno", do que se depreende que tais concepções constituem um eixo transversal da própria evolução profissional do professor. Essas concepções atuam como filtros e elementos decodificadores das informações provenientes de outros âmbitos de investigação: a seleção das situações didáticas; o contrato

didático<sup>6</sup>; e as reações dos alunos, seus erros e obstáculos epistemológicos. Para realizar seu trabalho de pesquisa foram consultados nove professores, através de um questionário e uma entrevista, acreditando existir uma relação importante entre as concepções dos professores e as estratégias por eles empregadas para a resolução de problemas, o ponto de partida da investigação foi um modelo teórico (radicado em Ernest) que explicita quatro grandes tendências didáticas: a tradicional, a tecnológica, a espontaneísta e a investigativa.

A tendência tradicional é caracterizada como aquela segundo a qual as aulas são desenvolvidas a partir da fala do professor ao que segue uma listagem de exercícios-tipo. A exposição é, por excelência, a técnica utilizada e o livro texto é seu único apoio; os conteúdos são os conceitos; os enunciados têm caráter terminal; o professor segue a programação previamente estabelecida; não há relação entre os tópicos apresentados; o objetivo – exclusivo – é a aquisição de conceitos e regras, com finalidade puramente informativa. A memória é, fundamentalmente, o recurso para a aprendizagem; o processo dedutivo garante a correção e a aprendizagem efetiva; as atividades de sala de aula não são negociadas coletivamente. Anotações escritas são supervalorizadas e a atenção ao professor tem relevância excessiva.

Podemos afirmar que a tendência tradicional impera, principalmente a partir da 5ª série do ensino fundamental. Nas séries iniciais há a exploração de materiais e a utilização de ‘outras’ estratégias de ensino é mais freqüente. O ensino tradicional da matemática é bastante utilizado, a nosso ver, principalmente por dois motivos: a formação do professor e a comodidade em termos de “planejamento”, uma vez que basta a ele consultar como o assunto é abordado no livro didático e decidir quais os exemplos que serão utilizados ao “apresentar” o conteúdo aos alunos. Nesse contexto a calculadora tem pouco espaço e, se é utilizada, supre apenas as necessidades de cálculo; não costuma haver atividades específicas onde a calculadora poderia ser explorada na compreensão e formação de conceitos. Se considerarmos que o livro didático é a fonte de apoio e referência para o professor, e que, destes livros, ainda são poucos os que fazem uso da calculadora; temos mais um motivo para acreditar que a calculadora vai ser pouco explorada.

Prosseguindo a caracterização das tendências, a tecnológica é caracterizada pelos exercícios que pretendem reproduzir fielmente processos lógicos. Além disso,

---

<sup>6</sup> Os pesquisadores espanhóis Carrilo e Contreras situam contrato didático de acordo com os trabalhos de Brousseau.

o professor expõe os conteúdos em sua fase final e apenas simula seu processo de construção apoiado em meios técnicos. A programação é fechada em sua seqüência ditada pelos aspectos estruturais da disciplina. Interessam tanto os conceitos quanto os processos lógicos que os sustentam. A Matemática escolar, nessa tendência, trata de explicar, com os padrões da matemática formal, as situações provenientes de problemas reais. As atividades não só têm finalidade informativa como também um caráter prático que permite a aplicação em outros contextos.

Os pesquisadores concluíram haver uma predominância das tendências tradicional e tecnológica principalmente nos primeiros anos do exercício profissional do professor onde este reproduz os modelos nos quais ele foi formado.

Fernandes (2001) busca compreender como os professores de Matemática entendem a relação da Matemática com as questões “extra-matemáticas”<sup>7</sup>, bem como estes trabalham – ou pensam trabalhar ou, ainda, por que não trabalham – tais questões em sala de aula. Foram analisados os depoimentos, obtidos através de entrevistas, de nove professores que lecionam em Licenciaturas de Matemática de três instituições públicas do Maranhão. Depois de lidos, relidos e transcritos os discursos fragmentados são transformados num discurso pleno cujo sentido doutrinário fica evidente. Vejamos uma pequena parte desse discurso, manifestando como esses professores vêem a Matemática e seu ensino:

*“A contribuição que o professor de Matemática deve dar à formação de futuros professores é no ensino do conteúdo matemático e não em relação à formação pedagógica. Os alunos precisam dominar o conteúdo que vão ensinar; com a clareza dos conteúdos começarão a pensar como matemáticos: logicamente. Serão capazes de se questionarem se estão fazendo a coisa certa ou errada. O professor deve preocupar-se com a formação específica do aluno: como o conteúdo será transmitido, como será feita a avaliação. Deve mostrar competência, dedicar-se aos seus alunos, tirar dúvidas, dar boa aula, cobrar dos alunos, criar estratégias que contemplem alguns assuntos que venham dar alicerce ao aluno para que ele comece a desenvolver a Matemática com confiança. O essencial para trabalhar como professor de qualquer que seja a área de conhecimento é possuir o domínio do conteúdo que vai ser apresentado; ser capaz de responder as perguntas dos alunos do ensino médio; saber fazer um paralelo entre o que ele está aprendendo e o que ele vai usar ou com outro conhecimento que ele está adquirindo... A função do professor é orientar; o aluno aprende no livro. Em sala de aula só se discute Matemática, não se pode contribuir em relação à formação social do aluno, não é possível discutir-se posturas e metodologias. Discussões dessa natureza podem ser feitas informalmente, nos corredores, salas de estudos. Professores de Matemática devem preocupar-se com conteúdo matemático, para sanar as deficiências da formação anterior. A própria Matemática impede os trabalhos e discussões outras sobre uma suposta formação integral do indivíduo. Essa formação deve ser objeto de disciplinas que debatem temas polêmicos como a História, a Geografia, a Filosofia. Não seria correto fazer-se isso numa*

---

<sup>7</sup> “Questões extra-matemáticas”, de acordo com a autora, é expressão tomada em sentido propositalmente amplo, visto que ela age como médium para a coleta de depoimentos que têm, em última instância, a intenção de compreender as concepções dos professores e não, especificamente, as concepções dos professores acerca de questões extra-matemáticas. Assim, a expressão significa uma grande gama de objetos e situações que não propriamente o objeto matemático tratado.

*disciplina técnica, isso gera desconforto tanto ao aluno quanto ao professor.” (FERNANDES, 2001, p. 114-115)*

Percebe-se pelo discurso acima uma preocupação com o objetivo principal que os alunos dominem os conteúdos matemáticos que irão ensinar após obterem a licenciatura. De acordo com Fernandes (2001, p. 13), os professores parecem acreditar que a Matemática é uma disciplina que não possibilita trabalhar a formação num sentido mais amplo. Sua contribuição para o desenvolvimento do indivíduo reside no auxílio que ela presta ao aluno quanto ao desenvolvimento do seu raciocínio lógico, o que o torna capaz de discernir e questionar o certo e o errado, sendo coerente. Ainda no contexto do trabalho de Fernandes (2001), foi observado que a maioria dos professores utilizava como metodologia a aula expositiva e o quadro de giz, sendo a avaliação centrada na prova escrita. Ou seja: a metodologia tradicional prevalece entre esses professores que atuam como formadores de novos professores de Matemática.

Podemos concluir que a Matemática “ensinada” pelos professores depende muito de suas concepções sobre o que é a Matemática e o que é ensinar Matemática. Concepções estas que, por sua vez, vão depender da formação do professor, da sua prática, da escola onde ele atua. Considerando apenas a formação, pelo que as pesquisas têm mostrado, pode-se presumir que as aulas de Matemática, em quase todos os níveis, seguem o modelo denominado tradicional. E, finalmente, a partir daquilo que se caracteriza como “concepção” de Matemática e de ensino de Matemática, vê-se que o prognóstico de “uso” – ou simples “permissão de uso” – da calculadora nas sala de aula de matemática não se apresenta como promissor.

No capítulo seguinte, vamos procurar explicitar aquilo que tem sido sugerido na literatura da área da Educação Matemática em relação ao uso da calculadora. Não é nossa intenção destacar nessa literatura as concepções envolvidas, e sim mostrar que desde há algum tempo existem propostas, mais ou menos consistentes, quanto ao que pode ser feito em sala de aula. Será possível perceber que há um tratamento homogêneo dado às resistências dos professores enquanto que mesmo as revistas de Educação Matemática acabam não destinando grande importância ao tema, e todos estes fatores se conjugam para deixar estável a condição de permitir rara e eventualmente o uso da calculadora, de modo acessório. Encerramos o

capítulo com uma citação que nos coloca uma síntese daquilo que tentamos esboçar aqui, uma “trajetória” que nos permita compreensões, e seguirmos adiante.

Dar respostas – principalmente respostas tidas como definitivas – não nos é possível, nem é nosso objetivo. Se pensássemos em conclusões e “fechamentos” estáticos estaríamos contrariando os pressupostos assumidos anteriormente, que inscrevem este trabalho numa abordagem qualitativa de pesquisa. Preferimos a trajetória à chegada. É a trajetória para compreender quais são e como funcionam as concepções dos professores que nos permite algumas compreensões e nos dá poder de crítica, mesmo que não possamos enumerar quais são essas concepções nem descrever de forma definitiva seu funcionamento, como podem querer os que não compartilham das nossas opções.

Vicente Garnica – Um tema, dois ensaios

## Calculadoracion y Tee

É inconscientemente desonesto todo aquele que, para acabar com uma dificuldade ou resolver um problema, inventa uma palavra empolada, pretenciosa e mesmo uma palavra qualquer.

E. M. Cioran – Exercícios de Admiração

Este capítulo contém a síntese de resultados de algumas das pesquisas relacionadas com o uso da calculadora e as quais pudemos ter acesso. Foi possível perceber que, por um lado, o tema vem sendo discutido pela comunidade educacional há um certo tempo, mas, por outro lado, não existe grande quantidade de material sobre o assunto disponível em língua portuguesa. Na seqüência, serão apresentados dois trabalhos, uma tese de doutorado defendida na Unicamp e uma dissertação de mestrado apresentada na Unesp. Tais trabalhos foram selecionados por terem seus temas uma relação próxima com o trabalho desenvolvido nessa dissertação, e acabaram por revelar a coincidência de seus autores serem, também, paranaenses. Ainda, na seqüência, apresentam-se comentários sobre uma série de artigos publicados em várias revistas e cujo tratamento poderia ser útil para apresentar, ainda que de modo descontínuo, uma breve revisão da literatura sobre o assunto. Talvez daí, dessas impossibilidades, limitações e descontinuidades de acesso a bibliografias resulte o paradoxo entre a criação de palavras para o título deste capítulo, que cumpriria o papel de uma revisão de literatura, e a observação irônica de Cioran na epígrafe: tudo o que dizemos, com a intenção e a perseguição de “verdades” serão, sempre e constitutivamente ‘meias-verdades’.

### **Primeira Fonte: A visão dos professores de matemática do Estado do Paraná em relação ao uso das calculadores nas aulas de matemática**

Trata-se de uma tese de doutorado cujo autor foi José Carlos Gomes de Oliveira. Um trabalho realizado em 1999, na Faculdade de Educação da Unicamp e sob a orientação do professor Dr. Sérgio Lorenzatto. Para realizar esse trabalho,

Oliveira (1999) fez contato com 141 professores de 41 municípios do Estado do Paraná.

O autor comenta na introdução de sua tese que o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1989), em uma de suas normas sugerindo a 'Matemática essencial para o séc. XXI', dizia que esta não deveria estar centrada nos cálculos como um objetivo em si mesmo; mas como instrumento que propicie múltiplas oportunidades para o saber-fazer. Nesse sentido crescia a importância da utilização eficiente de calculadoras e computadores. Pode-se dizer que essa importância fica ainda maior se considerarmos que, no dia-a-dia, as calculadoras e computadores são largamente empregados e, portanto, conhecer esses instrumentos, e saber utilizá-los, é uma forma de relacionar-se com a sociedade atual.

O autor cita Dick (1988)<sup>8</sup>, afirmando que: integrando a calculadora num processo de descoberta e investigação matemática, onde a situação problemática é ponto de partida e chegada deste processo, estão criadas as condições para o aparecimento de novos ambientes dos quais resultarão novas capacidades e novas atitudes em alunos com papel mais ativo e criativo na construção do seu próprio conhecimento.

O trabalho em sala de aula deve favorecer o acesso ao conhecimento matemático nos seus aspectos conceituais, integrados com a utilização de instrumentos de tecnologia, como a calculadora, que possibilitem a inserção dos alunos na sociedade como cidadãos capazes de ler e interpretar a realidade em que vivem, agindo sobre ela e modificando-a se necessário.

Descrevendo a possibilidade do uso da calculadora na sala de aula Oliveira cita também Reys (1989), que considera a calculadora uma ferramenta de cálculo capaz de proporcionar a professores e estudantes o tempo necessário para direcionar o esforço e a concentração dos estudantes na compreensão conceitual e no pensamento crítico. Além do que a calculadora, libertando o processo de ensino e aprendizagem do excessivo peso do cálculo, possibilita novas condições e maior disponibilidade para os aspectos conceituais, dando uma visão clara e transparente de que a Matemática é um instrumento de leitura e interpretação do mundo.

---

<sup>8</sup> Neste capítulo, tendo em vista que se trata do 'tema' específico do nosso trabalho, inserimos as referências bibliográficas ao final, como referências nossas, mesmo que não as tenhamos consultado

De acordo com o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1990) o ensino de Matemática deve fazer com que os estudantes desenvolvam um perfeito entendimento dos conceitos e princípios matemáticos, reconhecendo as aplicações da Matemática no mundo e abordar problemas matemáticos corretamente. Nesse sentido, faz-se necessário que os estudantes adquiram competências nas seguintes áreas: solução de problemas, comunicação de idéias matemáticas, raciocínio matemático, aplicação da matemática em situações da vida cotidiana, percepção para resultados razoáveis, capacidade de estimar, habilidades apropriadas de cálculo, pensamento algébrico, medidas, geometria, estatística e probabilidade.

Diante dessa proposta, a calculadora é um instrumento que possibilita trabalhar na solução de problemas, sem que as dificuldades de cálculo interfiram no processo, além do que possibilita a organização e gestão de dados. Outro comentário de Oliveira é que sendo a calculadora usada nas mais diversas atividades profissionais, não permitir o seu uso nas aulas de Matemática implicaria em negar aos alunos a oportunidade de explorar o potencial dessa tecnologia, separando a Matemática escolar daquela que é utilizada para a solução de problemas do cotidiano das pessoas.

A maneira como a Matemática é ensinada em sala de aula depende, de certa modo, das expectativas e concepções de cada professor e que foram desenvolvidas ao longo de sua formação. Nesse sentido, a utilização da calculadora também depende de como a Matemática é vista por cada professor.

Apesar de cada professor ter suas concepções e expectativas, a escola deve ter como objetivo primordial a formação global do aluno, abrangendo aspectos físicos, intelectuais, sociais, éticos, culturais e profissionais tendo como objetivo a inserção do indivíduo na sociedade de forma crítica, participativa, fraterna e transformadora.

O progresso tecnológico e científico que temos presenciado nos últimos anos exige da escola mudanças para que seus alunos possam conviver e compreender de forma eficiente com essa realidade onde recursos como computadores, telefones celulares, calculadoras, etc. tornaram-se extremamente populares. A presença desses instrumentos em nosso meio faz com que o homem busque caminhos para

liberar sua mente das operações de rotina e abra espaço para sua utilização nos processos que necessitam de criatividade.

A utilização de calculadoras e computadores nos programas de Matemática foi sugerida pelo National Council of Teachers of Mathematics em 1980. No Brasil, essa orientação, em caráter oficial, virá alguns anos depois, com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Oliveira (1999), enfatiza que deve existir uma certa prudência nestas recomendações, pois apesar de as calculadoras e computadores serem igualmente importantes para auxiliar os estudantes na aprendizagem da Matemática, um não depende do outro.

No que diz respeito à calculadora, além de seu papel instrumental de aprendizagem e recurso de potencialização de aquisição de conhecimento matemático, também foi criada para substituir o cálculo manuscrito, que se apresenta muitas vezes em situações de urgência, ou com números de alta grandeza e, portanto, passível de erro.

O *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1980) propõe que deve ser facilitado aos estudantes, o acesso aos instrumentos tecnológicos, ao longo dos seus programas de aprendizagem de Matemática; e coloca que devem ser criadas situações que levem à necessidade de desenvolver e tornar disponíveis materiais curriculares que integrem e requeiram o uso, não só de computadores, mas da calculadora também, de forma imaginativa, bem como proporcionem as professores uma formação em serviço sobre a utilização dos referidos instrumentos.

No Brasil muito pouco tem sido feito nos cursos de formação de docentes de Matemática na preparação dos futuros professores para lidar com a tecnologia na sala de aula. A própria LDB<sup>9</sup> de 1996 diz que a calculadora e computador podem contribuir para que o processo de ensino-aprendizagem de Matemática torne-se uma atividade experimental mais rica, mas sempre destacando o papel do professor que tem papel fundamental na criação, condução e aperfeiçoamento das situações de aprendizagem.

Muitas pesquisas foram desenvolvidas tendo como objeto de estudo a calculadora e os efeitos da sua utilização no desempenho dos alunos. Entre vários estudos realizados, Oliveira cita em sua tese alguns que serão agora destacados.

---

<sup>9</sup> Leis de Diretrizes e Bases da Educação

Comparando resultados obtidos por um grupo de alunos na solução de problemas com o uso de calculadoras, e com lápis e papel, Suydam (1987) apresentou como conclusão que alguns alunos melhoraram seu desempenho com o uso da calculadora enquanto outros não apresentaram diferenças significativas, destacando que em nenhum caso dos estudos analisados a utilização da calculadora acarretou um número menor de resultados corretos obtidos na resolução dos problemas apresentados.

Hembree e Dessart (1986) analisaram e revisaram 79 estudos referentes às implicações da utilização da calculadora em comparação com o recurso de lápis e papel e concluíram que: 1) quando usam calculadora em testes, os alunos obtêm melhores resultados de que quando usam lápis e papel, quer se trate de efetuar operações aritméticas básicas, que se trate de resolver problemas; 2) os alunos que usam calculadoras revelam atitudes mais positivas relativamente à Matemática do que aqueles que não a utilizam; 3) o uso das calculadoras pode melhorar o desempenho dos alunos tanto na execução de operações com lápis e papel como na resolução de problemas, com exceção feita aos sete estudos que envolviam alunos do quarto ano de escolaridade, em que o efeito médio era negativo. Esses autores concluíram que a utilização da calculadora na resolução de problemas gera uma facilidade em relação ao cálculo e é também um benefício para a seleção de estratégias de resolução.

Hembree (1986) considera a área de resolução de problemas como ideal para iniciar e prosseguir como instrumento didático. Esse autor não discute a utilização da calculadora, como tem sido explorada por alguns professores em jogos, verificação de cálculos e realização de cálculos auxiliares. Recomenda que a calculadora seja utilizada em todas as séries escolares explorando o seu potencial educativo. Porém, chama à atenção para a sua utilização no quarto ano de escolaridade onde em função dos resultados de pesquisas o trabalho deve ser feito com mais cautela.

Reys et alli (1980) realizaram uma pesquisa com professores de Matemática que utilizaram calculadoras para ensinar essa disciplina, e estes afirmaram que ela ajudou a criar ambientes mais convidativos à leitura, discussão e demonstração e que foi possível cobrir mais tópicos, passando os alunos a se preocupar mais com os conceitos e menos com os cálculos propriamente ditos.

Borba (1995) salienta que a utilização da calculadora na sala de aula proporciona a geração de um espectro mais amplo de discussão por parte dos

alunos, apontando um número maior de eixos diretivos de investigação e, apesar de não eliminar totalmente a atitude de passividade dos alunos, aumenta as possibilidades de debates matemáticos em sala de aula.

Ponte (1986) coloca que a calculadora tem sido um instrumento didático cujo potencial tem sido largamente ignorado. Muitos professores não percebem que ela tem um duplo papel a desenvolver na aprendizagem da Matemática: por um lado é instrumento de cálculo em muitos problemas, por outro é instrumento de descoberta e de formação de conceitos.

Silva et al (1989) colocam que na resolução de problemas a calculadora permite diversificar estratégias de resolução, facilitando a proposição de problemas interessantes aos alunos e estes, sem a utilização da calculadora, necessitariam de conhecimentos matemáticos muito elaborados ou até inacessíveis aos envolvidos no processo. Em relação à construção de conceitos, a utilização da calculadora pode ser um recurso auxiliar no seu enriquecimento, tanto pelo tratamento numérico como pelas diversas formas de raciocínio que podem ser estimuladas,

Matos (1989) afirma que na resolução de problemas, a calculadora liberta o aluno dos cálculos rotineiros e direciona a atenção para o processo de resolução, permitindo que sejam utilizados dados reais recolhidos pelos próprios alunos. Para ele, a utilização criteriosa da calculadora nas aulas de Matemática, apoiada em materiais didáticos dirigidos, pode conduzir os alunos à elaboração de conceitos e até mesmo à compreensão e desenvolvimento de algoritmos.

Dick (1988), em um estudo onde analisa as vantagens da calculadora na resolução de exercícios de Matemática, afirma que, embora sendo óbvias para os alunos as vantagens da calculadora, em termos de velocidade e segurança, essas vantagens têm certas limitações que devem ser explicitadas para que os alunos saibam até onde poderão contar com ela enquanto instrumento. Diz ainda que muita resistência pode ser encontrada, no início, em relação ao professor, para usar a calculadora em sala de aula. Essa resistência desaparece na medida em que ele descobre quanta Matemática a mais pode ser ensinada e compreendida, sem sacrifícios desnecessários, com o uso da calculadora.

Do apresentado, reconhece-se na calculadora potencialidades educativas a ser exploradas, sendo que sua utilização deve ser direcionada para liberar o tempo gasto com atividades rotineiras e repetitivas e aproveitar as novas e crescentes

possibilidades que se abrem para a exploração, investigação e aplicação em torno das idéias e métodos da Matemática.

Oliveira (1999) realizou sua pesquisa através de um questionário onde cada professor dava respostas sem ter acesso e contato com os demais professores envolvidos na pesquisa. Os professores que respondiam ao questionário atuavam no ensino fundamental (1º grau), médio (2º grau) e superior (3º grau). Entre as várias questões abordadas no questionário, destaco algumas que acredito serem mais pertinentes ao assunto da utilização das calculadoras. Uma das perguntas era a seguinte: *Você utiliza a calculadora em suas aulas de Matemática? Em caso afirmativo, de que maneira? Em caso negativo, porque não a utiliza?*

Em resposta a essa questão, a pesquisa revelou que aproximadamente 54% dos entrevistados não utiliza a calculadora em suas aulas de Matemática. Entre os motivos apresentados para a sua não utilização, cerca de 32% responderam 'não sabem trabalhar com a calculadora', enquanto que aproximadamente 11% disseram que era por não sentirem necessidade de utilizá-la.

Entre os 46% que disseram utilizar a calculadora em suas aulas, 54% responderam que a usavam para realizar os cálculos, 27% pela praticidade e aproximadamente 15% pelos cálculos e praticidade.

Outra questão levantada pela pesquisa era a seguinte: *Você permite que seus alunos utilizem a calculadora em suas aulas de Matemática? Em caso afirmativo, em que situações? Em caso negativo, porque não permite?*

Os resultados apresentados, e aqui arredondados, foram: 63% permitem, 35% não permitem e 2% não responderam. Aqueles que permitem, o fazem para realizar os cálculos e pela praticidade (mais de 90%). Entre os que não permitem os motivos foram mais variados: 13% por não saberem trabalhar com a calculadora, 11% a direção da escola não permite, 11% os pais não concordam com o uso da calculadora; e com 7% temos as seguintes alegações: não tive oportunidade de ensinar a utilizá-la, o aluno não sabem fazer contas, e os alunos não estariam usando o raciocínio. Outros motivos surgiram com menor freqüência. Outra questão importante no trabalho de Oliveira foi o levantamento de respostas sobre quais os tipos de atividades desenvolvidas quando do uso da calculadora. A questão foi apresentada com três opções: exercícios em sala de aula, tarefas para casa e nas provas. Eis os resultados:

Atividades	Percentual
Exercícios em sala de aula	19, 4
Tarefas para casa	1, 1
Provas	1, 1
Exercícios em sala e tarefas em casa	12, 9
Exercícios em sala e provas	10, 8
Exercícios em sala, tarefas em casa e provas	54, 8
Total	100, 0

Para aqueles que não permitem o uso da calculadora nas provas, foi indagado o motivo da não permissão. Os motivos que obtiveram maior frequência foram: 25,8 % alegaram que suas provas não eram elaboradas para o uso da calculadora e também 25,8 % não permitem, pois nos vestibulares e concursos não se pode usá-la.

Na pesquisa, questionavam-se os critérios utilizados na seleção das atividades a serem realizadas com a calculadora. Os resultados mais expressivos foram: 32,1 % não tinham critério definido e 10,7 % para aprender a utilizar a calculadora.

Em relação aos objetivos que os professores tinham ao selecionar atividades para utilização da calculadora foram apresentados 11 objetivos como resposta, sendo que não houve uma concentração nos resultados e a respostas que teve maior frequência foi 'o aproveitamento do tempo', com 10,8 %.

Uma última pergunta que gostaria de comentar é: *Durante o seu curso de Licenciatura foi focado, em algum momento, a possibilidade do uso da calculadora nas aulas de Matemática?* 81, 6% responderam que não.

Todas essas questões são analisadas por Oliveira levando em consideração a estrutura escolar e o pensamento de pais, alunos, professores, direção, em suma, toda a comunidade escolar. No final da análise dos resultados, Oliveira (1999, p. 144) comenta:

O uso da calculadora em sala de aula de Matemática é um dos meios que o professor de Matemática pode se utilizar para criar situações que levem a ele e seus alunos a refletir sobre a construção do conhecimento matemático e a socialização do saber, transformando a sala de aula em um ambiente propício à discussão, troca de experiências e de elaboração de estratégias para se construir uma nova sociedade brasileira.

Nas considerações finais, o autor comenta que, apesar de existirem orientações para a utilização de recursos tecnológicos como a calculadora e o computador, muitos professores estão alheios, usando como justificativas a preferência por algoritmos tradicionais, a realidade social dos alunos, a tendência de seguir orientações de antigos professores que não permitiam o seu uso, a não utilização em vestibulares e concursos e a possibilidade de a calculadora impedir ou atrapalhar o uso do raciocínio pelos alunos.

Loureiro (1991) diz que um caminho que levaria a mudanças importantes nas atitudes dos professores sobre o uso da calculadora nas aulas de Matemática seria a implementação de projetos de cursos de capacitação, a serem oferecidos aos professores que se encontram no exercício do magistério, que privilegiasse o contato entre professores de níveis de ensino diferentes, e que valorizasse a experiência de cada professor, com objetivos direcionados para: Exploração de potencialidades técnicas das calculadoras; exploração de potencialidades pedagógicas da calculadora e dos possíveis modos de sua utilização na sala de aula; formas diferentes de construção de conceitos matemáticos, pesquisa, descoberta e demonstração; diversificação de atividades na sala de aula. Nestes casos, o cálculo aritmético deverá sempre ser tratado como um instrumento e não como um objetivo em si mesmo, proporcionando o desenvolvimento de atitudes de raciocínio e hábitos de trabalho organizado.

Os professores pesquisados por Oliveira (1999) atuavam em várias regiões do Paraná e os resultados da pesquisa de Oliveira, de certa forma, oferecem uma visão panorâmica da situação do ensino da Matemática levando em conta o uso da calculadora.

Finalmente, Oliveira (1999) enfatiza que é possível utilizar a calculadora na sala de aula simultaneamente com o desenvolvimento dos conteúdos da Matemática propondo atividades que possam tornar o ensino da Matemática um instrumento importante na construção da cidadania, com aplicações dos conhecimentos matemáticos em situações cotidianas.

## **Segunda Fonte: Uso de calculadores em aulas de matemática: o que os professores pensam.**

Trata-se da dissertação de mestrado de Luciane Ferreira Mocrosky, concluída em 1997 na UNESP de Rio Claro e orientada pela Prof<sup>a</sup> Dra. Maria A. V. Bicudo. O estudo teve por objetivo conhecer o que os professores de Matemática pensam a respeito do uso da calculadora em sala de aula, buscando compreender o que consideram importante para essa prática pedagógica.

A motivação do trabalho veio da experiência da professora e sua atuação no ensino fundamental e médio. Mocrosky (1997) nos conta que no decorrer do seu trabalho no magistério deparou-se com a tecnologia que, por sua vez, mostrou-se multifacetada e a calculadora instigava-a, pois como professora convivia com a complexidade da relação matemática/ cálculo/ aluno/ compreensão/ nota/ aprovação.

A pesquisa foi realizada com professores do ensino fundamental e médio. Ao todo, foram coletados 22 depoimentos que foram gravados, transcritos e analisados. A metodologia para a investigação teve inspiração fenomenológica, baseada na estrutura do fenômeno situado.

O tema poderia ser investigado de várias formas. Mocrosky (1997, p. 14) nos diz que:

(. . .) para realizar essa pesquisa, busquei compreender melhor o que vendo sendo feito na sala de aula com as calculadoras. Dessa investigação fazem parte as próprias postura e prática do professor. Então entre todas as possibilidades demorei-me mais na busca do entendimento do professor de Matemática do ensino fundamental e médio sobre o uso das calculadoras na sala de aula, por considerar este o ponto de partida para penetrar mais profundamente no tema.

A dissertação de Mocrosky foi construída em cinco capítulos. No primeiro capítulo são abordadas informações coletadas de artigos, dissertações, teses e livros do Brasil, Estados Unidos e Portugal<sup>10</sup>, sobre o uso das calculadoras nas aulas de Matemática. No segundo capítulo, ela explicita a metodologia utilizada para desenvolver o trabalho investigativo, considerando a experiência vivida tendo em vista que buscava o entendimento do professor de Matemática sobre o uso da

---

<sup>10</sup> Vários dos pesquisadores mencionados por ela foram consultados para a elaboração dessa dissertação, mas vale a mesma observação feita, na nota de rodapé número 1, em relação a nossa fonte anterior. Vale também destacar que as indicações de referências específicas ao trabalho de Mocrosky não estarão sendo repetidas nessa seção.

calculadora nas aulas, e isso dependia da vivência de cada um, das percepções da experiência vivida.

Para cada um dos participantes da pesquisa foi feita apenas uma pergunta: *‘Como o senhor (a) compreende o uso das calculadoras nas aulas de Matemática?’*. Foram entrevistados 14 professores de Ponta Grossa (PR) – cidade onde a pesquisadora morava e trabalhava –, e 8 professores em Rio Claro (SP) – onde a pesquisadora fez o mestrado. Esses professores foram encontrados no seu próprio ambiente de trabalho, portanto num contexto sócio-cultural específico.

A intenção de fazer uma única pergunta aberta foi a de permitir que os professores expressassem suas idéias, apresentando amplas perspectivas de suas percepções sem que se direcionassem as respostas.

Os 22 depoimentos foram gravados e transcritos respeitando as formas de expressão dos sujeitos, para não interferir no discurso como um todo. De acordo com Mocosky (1997, p. 43), os depoimentos tornaram-se textos descritivos por meio dos quais ela teve acesso ao mundo-vida dos sujeitos enquanto professores de Matemática, que se deparam no seu cotidiano de sala de aula com a calculadora como um recurso didático ou instrumento de cálculo.

Na seqüência do seu trabalho, os depoimentos foram lidos e relidos com o objetivo de captar o que os participantes estavam querendo dizer. Nesse processo de redução, foram destacadas passagens dos depoimentos que são denominadas unidades de significado. Essas unidades são recortes das descrições e seu objetivo é indicar no texto o que está sendo dito sobre o perguntado. A partir dessas unidades a pesquisadora articula as idéias dos depoentes, traduzindo-as do discurso ingênuo para a linguagem da Educação Matemática.

As unidades de significado foram articuladas e expostas em asserções do modo como os professores participantes da pesquisa vêem o uso da calculadora nas aulas de Matemática. Essas asserções, por agruparem significados semelhantes, distinguindo-se das unidades de significado, foram denominadas unidades significativas. A partir delas foi elaborada uma matriz ideográfica que é um cruzamento entre as unidades significativas que permitiram ver onde elas convergiam, divergiam ou apresentavam características complementares. Do agrupamento feito com as unidades significativas por tema, nova redução foi feita e

dela emergiram categorias abertas<sup>11</sup>, que apontam a essência do fenômeno ou as características que o circunscrevem.

Em seguida, com o objetivo de buscar e explicitar a compreensão das convergências, nos depoimentos dos sujeitos foi feita a interpretação das categorias abertas. De acordo com a autora, essa interpretação não ocorreu exclusivamente no subjetivo, foi estabelecida enfocando os discursos dos sujeitos, a revisão da bibliografia, outros textos relacionados com a Educação Matemática e as compreensões dela do estudo feito.

Prosseguindo com a descrição da dissertação de Mocrosky, no terceiro capítulo foi feita a construção dos resultados da pesquisa. Nele foram apresentados os dados da pesquisa e feitas as primeiras análises, com a denominação de análise ideográfica.

Os dados da pesquisa foram apresentados da seguinte forma: primeiro aparece o discurso do entrevistado em seguida foi construída uma tabela com três colunas: na primeira coluna encontram-se as unidades de significado; na segunda estão as explicitações dos significados possíveis da linguagem que expressa o discurso dos sujeitos, viabilizados pela interpretação de palavras e expressões utilizadas pelos depoentes e na terceira coluna ficaram as unidades de significado numeradas e com a linguagem já articulada.

Após cada tabela dos discursos é apresentado um texto da pesquisadora que representa a síntese de todo o discurso do depoente, com a linguagem trabalhada na Educação Matemática. Para finalizar esse terceiro capítulo, a autora constrói a matriz ideográfica, apresentada na forma de tabela que tem na sua vertical os discursos numerados de 1 a 22, e na horizontal as unidades de significado. De acordo com Mocrosky, essa matriz proporciona a visualização global das unidades que se repetiram e das convergências.

A parte da apresentação dos discursos e das tabelas é bastante extensa e consome 85 páginas da dissertação. Para efeito de ilustração apresentamos uma delas, que foi escolhida aleatoriamente.

---

<sup>11</sup> 'Categorias abertas' diz respeito a grandes regiões de generalizações que permitem a compreensão e interpretação do fenômeno em termos de mundo vivido dos sujeitos.

## Discurso nº 14

Nos meus 28 anos de magistério, Luciane, [eu acho um absurdo liberar a calculadora no 1º grau porque nosso aluno é muito viciado e muito acomodado], então, se você liberar uma calculadora no 1º grau, aí que [eles nunca mais vão pensar, querer pensar, porque, você veja bem, nós temos alunos que sabem a tabuada, mas não sabem o porquê que dá aquele resultado], então você vai explicar o porquê: “ Ah! é por isso que dois vezes quatro é oito, dona, porque soma duas vezes;” porque eles decoram as coisas. Agora, [no 2º grau eu não sou contra. A não ser a. . . só que eu acho prá. . . Prá eles usarem uma calculadora, teria que liberarem a calculadora no vestibular e nos concursos], porque [a maioria dos nossos alunos que vem fazer, vem fazer 2º grau porque precisam prestar um concurso para conseguir um emprego em um banco, em qualquer lugar, para fazer um vestibular e daí nesse. . . nessa hora eles não podem usar]. Então, apesar deles trabalharem, [nós temos alunos aqui que trabalham no comércio, nós temos alunos trabalham em bancos aqui, e que sem uma calculadora eles não fazem uma conta de mais, uma adição]. Então, agora, a partir da hora que eles liberem para um vestibular, para um concurso, aí eu não sou contra que o 2º grau use calculadora, né? Agora, sem isso eu acho que não tem condições, porque nosso aluno não faz nada mesmo nada que eles não querem pensar; daí, se liberar uma calculadora, eles não vão fazer nada. Agora, se num vestibular liberarem que eles possam usar, aí tudo bem, daí eu sou a favor.

	Discurso nº 14	
Unidades de significado Discurso dos sujeitos	Explicitação da linguagem dos sujeitos	Discurso do pesquisador
14. 1. . . eu acho um absurdo liberar a calculadora no 1º grau porque nosso aluno é muito viciado e acomodado	<b>Absurdo:</b> -contrário de bom senso, à razão, ao costume; disparate; coisa abrupta; <b>liberar:</b> - tornar livre ou quite de obrigação de dívida; libertar, conceder a liberação de; <b>1º grau:</b> - grau de escolarização constituído de 8 anos, em que é feita a sistematização dos conhecimentos matemáticos das crianças e são desenvolvidos os demais conteúdos básicos da geometria, aritmética, álgebra e trigonometria que servirão de pré-requisito para o 2º e 3º graus; <b>viciado:</b> - que tem vício ou defeito; impuro; adulterado; <b>acomodado:</b> - instalado, alojado, ajustado a uma situação da qual discorda; apropriado, ajustado;	14. 1 A calculadora não deve ser liberada no 1º grau porque os alunos são muito acomodados e seu uso constante causa dependência.
14. 2. . . eles nunca mais vão pensar (. . . ) nós temos alunos que sabem a tabuada mas não sabem o porquê que dá aquele resultado. . .	<b>pensar:</b> - formar o espírito, pensamento ou idéias; meditar, tencionar, cogitar; <b>tabuada:</b> - tabela usada no aprendizado das quatro operações elementares.	14. 2 Com a calculadora os alunos vão deixar de pensar. Eles sabem a tabuada, mas não sabem o seu significado.
14. 3. . . no 2º grau eu não sou contra (. . . ) só que eu acho pra	<b>2º grau:</b> - grau de escolarização constituído por três séries e, no	14. 3 A calculadora pode ser utilizada no 2º grau desde que seu uso seja liberado no

<p>. . . para eles usarem uma calculadora, teria que liberarem a calculadora no vestibular e nos concursos. . .</p> <p>14. 4. . . a maioria dos nossos alunos (. . .) vem fazer segundo grau porque precisam prestar um concurso para conseguir um emprego (. . .) para fazer um vestibular e daí (. . .) nessa hora eles não podem usar.</p> <p>14. 5. . . nós temos alunos aqui que trabalham no comércio (. . .) em bancos (. . .) e que sem uma calculadora eles não fazem uma conta de mais, uma adição.</p>	<p>Brasil, significa que o aluno já cursou oito anos de escola fundamental, isto é, 1º grau, onde são ministrados conteúdos que servem de pré requisitos para o 2º grau;</p> <p><b>contra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- em oposição a; em posição contrária ou hostil;</li> </ul> <p><b>vestibular:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teste para ingresso no ensino superior. Nesse exame são cobrados conteúdos de 1º e 2º graus, não sendo permitido o uso de calculadoras, salvo raras exceções;</li> </ul> <p><b>concursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- provas documentais ou práticas prestadas pelos candidatos a certo cargo público ou a certas concessões;</li> </ul> <p><b>precisam:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- necessitam;</li> </ul> <p><b>prestar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizar, efetuar, praticar, por imposição legal ou contratual;</li> </ul> <p><b>trabalham:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- concentram as forças mentais ou físicas no exercício de uma obra, um empreendimento.</li> </ul> <p><b>comércio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecimento que realiza permuta, compra e venda de produtos e valores, mercado, negócio;</li> </ul> <p>banco:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecimento, particular ou estatal, que guarda ou empresta dinheiro, transaciona com título de crédito, etc. ;</li> </ul>	<p>vestibular e demais concursos.</p> <p>14. 4 A maioria dos alunos freqüentam o 2º grau com o objetivo de melhorar as condições para arrumar emprego, participar de concursos e vestibulares e, nessas ocasiões, eles não podem fazer uso de calculadoras.</p> <p>14. 5 Nós temos alunos que trabalham no comércio, em bancos e que sem uma calculadora não sabem fazer nem mesmo uma adição.</p>
---	---	--

#### Discurso nº 14 na Interpretação da pesquisadora:

A calculadora não deve ser liberada no 1º e 2º graus porque os alunos são muito acomodados e seu uso constante causa dependência. Com a máquina de calcular os alunos vão deixar de pensar. Eles sabem tabuada, mas não sabem o seu significado.

No 2º grau a calculadora pode ser utilizada se seu uso for liberado no vestibular e demais concursos.

A matriz ideográfica é bastante extensa e ocupa 18 páginas. Nela surgiram 69 unidades significativas, que depois foram agrupadas. Entre elas, poderíamos citar:

1. a calculadora pode ser usada no 2º grau,
2. o uso da calculadora não prejudica o desempenho dos alunos,
3. a calculadora pode ser usada quando o aluno já sabe as operações básicas e a tabuada,
4. a calculadora pode ser usada com limitações,
5. a calculadora pode ser usada em cursos profissionalizantes,
6. as calculadoras não devem ser utilizadas nas séries iniciais do 1º grau,
7. com a calculadora o raciocínio é diferente de quando se trabalha nos moldes tradicionais.

No quarto capítulo apresenta-se um segundo momento de análise na busca dos invariantes ou da essência do fenômeno. Esse momento de análise foi denominado análise nomotética<sup>12</sup>. Nessa análise busca-se, a partir dos depoimentos individuais, convergências que conduzam a considerações gerais que segundo a autora não devem ser entendidas no sentido de proposições universais, mas de generalidades possíveis de interpretação e que apontam as características básicas do fenômeno estudado. Assim sendo, as 69 unidades significativas resultantes da matriz ideográfica foram cruzadas e afluíram para cinco convergências, reunidas nos seguintes temas:

1. Quando usar a calculadora em sala de aula;
2. O que é preciso para utilizar a calculadora nas aulas de Matemática;
3. As conseqüências ocasionadas pela utilização da calculadora nas aulas de Matemática;
4. O que a calculadora representa para o ensino e a aprendizagem da Matemática;
5. o “saber” e o “fazer” docente.

Continuando num processo de redução, chegou-se a três categorias abertas:

1. Operações básicas;
2. A calculadora como recurso didático;
3. Formação do professor

---

<sup>12</sup> O termo nomotético, derivado de nomos, significa uso de leis, elaboração de leis.

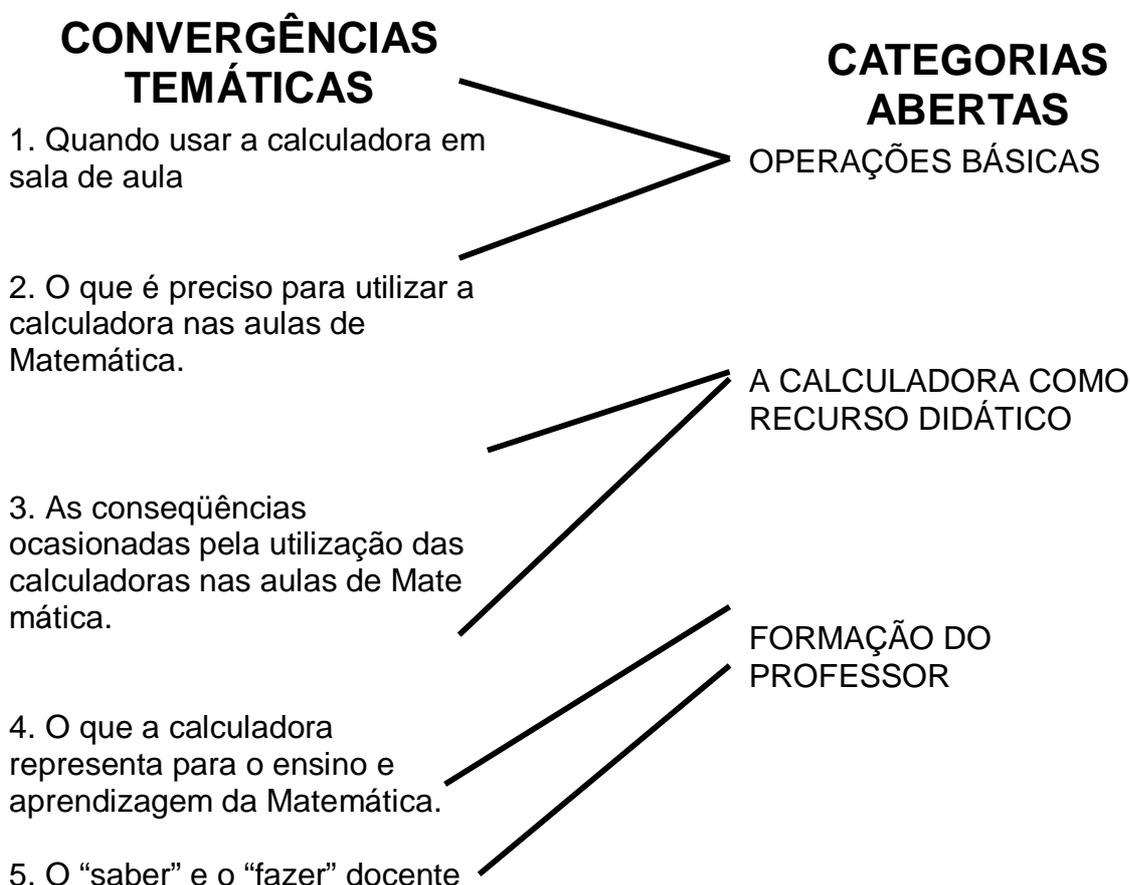
Mocrosky (1997, p. 148 a 153) montou um quadro onde estão transcritas as 69 unidades significativas na horizontal e na vertical as 5 unidades temáticas resultantes do cruzamento entre as asserções. Para dar uma idéia desse quadro, apresentamos algumas unidades significativas com seus respectivos cruzamentos no quadro abaixo<sup>13</sup>.

Convergências temáticas

UNIDADES SIGNIFICATIVAS	1	2	3	4	5
1. A calculadora pode ser usada no 2º grau	X				
2. A calculadora não prejudica o desempenho do aluno			X		
3. A calculadora pode ser usada quando o aluno já sabe as operações básicas e a tabuada.	X	X			
11. A calculadora pode ser usada com limitações	X		X		
12. É preciso estudar as possibilidades pedagógicas das calculadoras		X			X
15. É preciso desmistificar o uso da calculadora como culpado pelo fracasso do ensino. Porém, este é um processo muito lento.		X		X	X
24. A calculadora substitui a mentalização de determinadas técnicas ou tarefas repetitivas realizadas pelos alunos				X	
25. As calculadoras não devem ser utilizadas nas séries iniciais do 1º grau	X				
41. A calculadora afasta o aluno do cálculo			X		
46. A calculadora, quando utilizada totalmente nas aulas, causa dependência nos alunos.		X	X		
47. Os instrumentos tecnológicos que são utilizados no cotidiano deveriam ser introduzidos na escola.	X			X	
48. Com a utilização da calculadora os alunos vão deixar de pensar, esquecendo o processo das operações e a tabuada.			X		
49. O trabalho com calculadora nas aulas requer preparo do professor, pais e alunos.		X			X
56. A calculadora deve ser utilizada como material de apoio para o trabalho do professor.				X	X
68. Um dos problemas em utilizar a calculadora no ensino fundamental está em convencer os professores das potencialidades pedagógicas desse instrumento de cálculo.		X		X	X

<sup>13</sup> Observação: a numeração das unidades significativas está de acordo com o trabalho original e as cinco convergências temáticas foram indicadas anteriormente.

Na página 157 a autora relaciona as convergências temáticas com as categorias abertas da seguinte forma:



No quinto capítulo, que a pesquisadora denomina *‘construindo os resultados: síntese transitória das categorias abertas e compreensão’*, são feitas as suas interpretações, reflexões e compreensões dos resultados encontrados. De acordo com ela, as categorias abertas que emergiram de todo o processo de redução: operações básicas, a calculadora como recurso didático e formação do professor representam uma das faces que fenômeno estudado – o uso da calculadora nas aulas de Matemática - tem possibilidade de manifestar.

A categoria Operações Básicas emergiu dos grupos temáticos: quando usar a calculadora em sala de aula e o que é preciso para utilizar a calculadora. As operações básicas foram consideradas pelos participantes da pesquisa como um

dos pontos cruciais para a utilização ou não da calculadora nas aulas de Matemática.

De acordo com os professores pesquisados, a calculadora poderia ser usada em sala de aula:

- No ensino médio;
- Quando o aluno já sabe as operações básicas e a tabuada;
- Quando ele compreende os conteúdos básicos;
- Com limitações;
- A partir da 7ª série do ensino fundamental;
- Na 8ª série com limitações;
- No ensino médio com limitações;
- Em cursos profissionalizantes;
- Depois do trabalho com os conteúdos básicos;
- Em todas as situações de sala de aula;
- Depois das 4ª série do ensino fundamental;
- Se fosse permitido seu uso em todos os testes e concursos, com isso os professores precisariam aprender a manuseá-la;
- De escolas não técnicas e cursinhos se fosse permitido seu uso no vestibular;
- Depois que o aluno passar no vestibular;
- Se seu uso fosse permitido no vestibular;
- Para aproveitar melhor o tempo, mas na avaliação não deveria ser permitido seu uso;
- Uma vez que os instrumentos tecnológicos do cotidiano deveriam ser introduzidos na escola;
- Em nenhuma situação;
- Pois ela tem auxiliado muito o trabalho em sala de aula.

Para a autora da pesquisa, os sujeitos pesquisados dão grande importância ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos principalmente relacionados às operações básicas, assinalando o domínio da tabuada como indicador do domínio dessas operações. Portanto, entendem que o uso da calculadora poderá prejudicar a construção desse conhecimento. Além disso, percebe-se que a maioria dos professores participantes desta pesquisa estabelece limitações para a utilização da

máquina de calcular em sala de aula, de acordo com a série em que julgam estar o aluno mais preparado para tal uso, ou seja, etapa em que deveria dominar os conteúdos básicos, no caso as operações fundamentais. Além das considerações feitas pelos depoentes em relação a quando a calculadora pode ser utilizada em sala de aula, essa categoria também diz respeito àquilo que eles julgam imprescindível para iniciar o trabalho com a calculadora. Assim a partir dos discursos dos professores pesquisados, para que a calculadora seja utilizada nas aulas de Matemática é preciso que:

- Os alunos compreendam as operações básicas;
- Compreendam os conteúdos básicos;
- Seja ensinado aos alunos o manuseio desse instrumento de cálculo
- Sejam ensinadas as utilidades e facilidades decorrentes do uso da máquina, não permitindo que se desenvolva dependência do aluno em relação a ela;
- O professor conheça o funcionamento da máquina para passar segurança aos alunos;
- Seja estudada as possibilidades pedagógicas da máquina;
- Seja desmistificado o uso da calculadora como culpada pelo fracasso do ensino;
- Haja discussão entre os professores de Matemática e que o trabalho desenvolvido em sala de aula seja primeiro sem a calculadora;
- Se vá além do saber manusear máquinas de calcular sofisticadas, pois isso não garante que o aluno tenha a base de que necessita para dar continuidade ao ensino;
- Seu uso seja permitido em todos os testes e concursos, com isso os professores precisariam aprender a manuseá-la;
- Haja preparo prévio do professor, dos pais e dos alunos;
- Haja material didático que auxilie o trabalho do professor;
- Dentro de uma mesma escola, se um professor utilizar a calculadora, todos a usem;
- Os instrumentos tecnológicos estejam a serviço das pessoas e não dominando o homem;
- Seja encontrada uma maneira de a calculadora auxiliar o trabalho do professor sem prejudicar o desenvolvimento do aluno;

- Se convençam os professores das possibilidades pedagógicas da máquina;
- Haja uma disciplina específica sobre o manuseio desse instrumento.

Destaca-se, mais uma vez, a importância do domínio das operações básicas e tabuadas. Nesse sentido, a maioria dos depoentes diz que é importante que o aluno domine as operações antes de iniciar um trabalho com a calculadora.

Além disso, segundo a autora da pesquisa, os professores pesquisados centralizam suas preocupações em dois pontos: o de não saberem utilizar a máquina de calcular, que gera o medo de enfrentarem o novo e se depararem com situações das quais não tenham o domínio e o problema de não saberem conciliar a calculadora com os conteúdos programáticos e as exigências do vestibular.

Da categoria a calculadora como recurso didático, tendo por pano de fundo os depoimentos dos professores, emergiu a convergência entre dois grupos temáticos: as conseqüências ocasionadas pela utilização da calculadora nas aulas de Matemática e o que a calculadora representa para o ensino e a aprendizagem de Matemática.

De acordo com os professores, as conseqüências ocasionadas aparecem muitas vezes de forma contraditória. Vejamos o que eles disseram a esse respeito:

- Não prejudica o desempenho do aluno;
- Prejudica o desempenho do aluno no vestibular;
- Afasta o aluno do cálculo, tanto manual como mental;
- Poder causar dependência nos alunos, daí utilizá-la com limitações;
- Só deve ocorrer em escolas técnicas;
- Desenvolve o raciocínio e não deixa de ser Matemática;
- Facilita o trabalho com as operações e desenvolve a curiosidade;
- Faz os alunos deixarem de pensar, esquecendo o processo das operações e a tabuada;
- No caso da calculadora gráfica, torna o conteúdo mais concreto e favorece a compreensão;
- Gera um problema econômico;
- Causa medo, pois não sabem como fazê-lo.

Neste grupo foram listadas as preocupações referentes ao desenvolvimento dos alunos, entendido como as conquistas advindas do trabalho com a capacidade e habilidades discentes, em especial às relacionadas com as operações básicas.

Mocrosky (1997, p. 173) comenta que nas concepções dos professores há confusão entre raciocínio, resolução de exercícios e treinamento com fórmulas e regras. Os depoentes revelam grande atenção dispensada para as habilidades de cálculo que acreditam ser imprescindíveis, pois percebem que a necessidade dessa tarefa está vinculada ao solicitado nos exames do vestibular. Assim o polinômio operações básicas/ agilidade/ cálculo mental/ cálculo manual mostrou-se, para esses professores, como fundamental para o desenvolvimento do aluno, embora, afirmem que, se a calculadora fosse liberada no vestibular, não haveria nenhum problema em utilizá-la em sala de aula.

Outro fato que a autora percebeu entre alguns professores foi a resistência às inovações que pode estar relacionada ao modo de enfrentarem o novo e de não saberem como se comportar diante da tecnologia, bem como de não acompanhá-la. É importante ressaltar que as novidades decorrentes do avanço tecnológico trazem consigo benefícios e riscos, mas sabemos também que precisamos nos preparar para distinguir um caso do outro e não usar, ingenuamente, por comodismo, o que nos é apresentado de imediato.

No agrupamento temático referente a o que a calculadora representa para o ensino e aprendizagem da Matemática, as seguintes asserções estão presentes:

- Os alunos conhecem mais o computador que o professor;
- É preciso desmistificar o uso da calculadora como culpada pelo fracasso do ensino;
- A calculadora é um instrumento que está disponível no cotidiano e tornar-se-á mais comum que uma caneta esferográfica; assim, os instrumentos tecnológicos que são utilizados no dia-a-dia deveriam ser introduzidos nas escolas;
- A calculadora substitui a mentalização de determinadas técnicas ou tarefas repetitivas realizadas pelo aluno, se o aluno aprende apenas a técnica, pode usar a calculadora;

- Ao utilizar a máquina de calcular o aluno estará desenvolvendo o raciocínio, o que não deixa de ser Matemática, apesar de o raciocínio ser diferente de quando se trabalha nos moldes tradicionais;
- É muito mais difícil utilizar a calculadora em todos os momentos do que fazer os exercícios com lápis e papel;
- A calculadora facilita o trabalho com as operações e desenvolve a curiosidade;
- Até o momento do vestibular a calculadora não pode ser usada, mas depois do ingresso na universidade a máquina é usada em todas as atividades;
- Sem a calculadora na avaliação nem sempre dá tempo de resolver tudo o que foi proposto;
- As calculadoras gráficas tornam o conteúdo mais concreto e favorecem a compreensão;
- Muitos alunos têm computador em casa e, dessa forma, estão utilizando instrumentos mais sofisticados que a calculadora;
- Os alunos não sabem utilizar a calculadora porque ela sempre foi proibida nas escolas;
- As calculadoras devem ser usadas como material de apoio para o professor;
- Como profissional em minha outra área de atuação, eu utilizo o computador e não a calculadora. A calculadora e o computador são avanços tecnológicos para os profissionais de área de atuação distinta da Educação, não para as escolas.
- Os instrumentos tecnológicos devem estar a serviço do homem e não dominá-lo;
- Um dos problemas em utilizar a calculadora no ensino fundamental está em convencer os professores das possibilidades pedagógicas desse instrumento de cálculo.

De acordo com a autora, a afirmação de que os alunos conhecem mais o computador que o professor vem reforçar a idéia de que nós, educadores, vivemos e tivemos nossa formação num outro contexto que não o da informática. Porém, nosso aluno desde a infância convive com instrumentos tecnológicos e por isso certos mitos discutidos no meio educacional não fazem sentido diante do corpo discente, mesmo para aqueles que no seu meio possuem condições econômicas ou sociais

para adquirir ou manipular uma máquina. Assim sendo, alguns professores afirmam que a calculadora não é a culpada pelo fracasso do ensino e da aprendizagem da Matemática. Talvez o mito existente reflita a compreensão de que as possibilidades pedagógicas da máquina de calcular são, em geral, desconhecidas. Daí o fato de acharem que, ao trabalhar um conteúdo nos moldes tradicionais, apenas com lápis e papel, o aluno estará pensando mais que com a calculadora.

A categoria formação do professor surgiu do agrupamento das unidades de significados referentes ao fazer e ao saber docente, ou seja, aos valores e concepções que os professores trazem consigo e que interferem em sua prática pedagógica.

Os professores que foram entrevistados justificaram o uso ou não da calculadora em sala de aula afirmando:

- Antes de tê-la para fins pedagógicos, é preciso ensinar a manusear este instrumento de cálculo;
- Os professores que não usam este instrumento de cálculo também não estão ensinando os conteúdos;
- O professor precisa conhecer o funcionamento e utilidades da calculadora para passar segurança aos alunos e não culpar este instrumento pelo fracasso do ensino e da aprendizagem;
- É preciso estudar as possibilidades pedagógicas da calculadora;
- É possível conciliar a calculadora com o ensino da Matemática;
- Os alunos conhecem mais o computador que o professor;
- É preciso desmistificar o uso da calculadora como culpada pelo fracasso do ensino, porém este é um processo muito lento;
- O uso da calculadora solicita discussão entre os professores de Matemática;
- Eu não conheço nenhuma proposta pedagógica para as calculadoras;
- Eu não sei se o uso da calculadora em sala de aula é benéfico;
- Minha concepção sobre o uso das calculadoras nas aulas de Matemática pode mudar mediante o estudo de uma proposta pedagógica;
- O uso da calculadora prejudica o desempenho do aluno e do professor na resolução das operações;
- Eu utilizo a calculadora nas aulas para aproveitar melhor o tempo, mas na avaliação eu não permito seu uso;

- Sem a calculadora na avaliação nem sempre dá tempo de resolver o que foi proposto;
- O trabalho com a calculadora nas aulas requer preparo do professor, pais e alunos;
- A calculadora deve ser usada como material de apoio para o trabalho do professor;
- Eu resisti a utilizar a calculadora porque tinha medo de não saber usá-la;
- Eu utilizei a calculadora para ver como eu e os alunos nos comportaríamos diante dela;
- Com a calculadora o aluno perderá a habilidade de desenvolver cálculo mental, porém eu não tenho certeza da importância desse trabalho;
- Eu usei a calculadora para ver as vantagens que ela pode me oferecer como recurso didático;
- Como engenheiro, eu uso o computador e não a calculadora para os cálculos de estrutura de edifícios;
- A calculadora e o computador são avanços tecnológicos para os profissionais em suas áreas de atuação, mas não para as escolas;
- Eu sempre utilizei a calculadora e não tenho me arrependido. Ela tem auxiliado muito meu trabalho em sala de aula;
- O maior problema da utilização da calculadora em sala de aula está em encontrar uma maneira de esse instrumento auxiliar o trabalho do professor sem prejudicar o desenvolvimento do aluno;
- Um dos problemas em utilizar a calculadora no ensino fundamental está em convencer os professores das possibilidades pedagógicas desse instrumento de cálculo.

Considerando a prática pedagógica, os professores que participaram dessa pesquisa se posicionaram em dois grupos ao exporem suas concepções sobre o uso da calculadora nas aulas de Matemática: o dos que utilizam ou já utilizaram a calculadora em sala de aula e o daqueles que não tiveram essa experiência. Em ambos os casos, eles manifestam suas angústias, dúvidas, experiências em relação ao uso desse equipamento. Mas o que a maioria dos professores revelou em suas preocupações é a falta de um projeto educacional para a calculadora nas escolas que inclua encontros e discussões sobre essa prática pedagógica. Além disso, a

insegurança dos professores em trabalhar com a calculadora está em não saber utilizá-la e o que fazer com este instrumento de cálculo e com o conteúdo a ser trabalhado, situação gerada pelo desconhecimento de como conciliar estes dois elementos.

No final da dissertação, a autora afirma que mudanças de postura diante da tecnologia contemporânea, principalmente para quem foi educado formalmente diante desse ambiente cultural, se fazem necessárias. Porém, toda alteração deve ser suportada por um projeto educacional com o foco em três elementos básicos: conteúdos programáticos, avaliação e formação docente.

Conteúdos programáticos: os conteúdos que são trabalhados refletem a história da educação e não devem ser negados ou simplesmente abandonados. Mas é importante que haja estudos mais profundos que envolvam os conteúdos programáticos, as tecnologias existentes bem como suas tendências, dando primazia à calculadora, para se rever esses conteúdos com o foco voltado para o presente e o indeterminismo e flexibilidade do futuro, de modo a alicerçar os trabalhos na compreensão de ponderação diante dos conhecimentos a serem construídos.

Avaliação: rever os conteúdos programáticos, tendo em vista nova perspectiva de ensino, faz florescer a necessidade de mudanças nos métodos de avaliação para que haja compatibilidade entre o que se faz em sala de aula e o acompanhamento do desenvolvimento do aluno.

Formação docente: é o ponto chave para se atingir a meta de uma educação mais democrática. O professor é o grande comunicador social com a tarefa de formar e formar-se, informar e informar-se. Assim sendo não pode ficar paralelo ao mundo. É importante que ele habite no mundo tecnológico em vez de se sentir ameaçado por ele. Mas esse preparo requer tempo, ação continuada, discussões e situações que promovam o crescimento, que diminuam a distância entre docentes e discentes, ou seja, o choque cultural e a desmistificação da tecnologia, no caso da calculadora.

A autora concluiu afirmando que é importante investir em uma Educação Tecnológica que considera não mais educação complementada com tecnologia, mas educação e tecnologia coexistindo e interagindo, voltando-se para a busca de caminhos e ampliação de horizontes.

### **Terceira Fonte: Revistas disponíveis na biblioteca do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.**

Após a leitura dos dois trabalhos anteriores e a busca a algumas das fontes ali mencionadas, cumpria tentar ampliar a revisão da literatura e a primeira providência que tomamos foi visitar o acervo de periódicos da Biblioteca do Centro Politécnico da área de exatas da Universidade Federal do Paraná por ser a fonte de acesso aos alunos que cursam a Licenciatura em Matemática e, também, estar disponível aos meus colegas do Mestrado em Educação. Nessa biblioteca consultamos as revistas Educação e Matemática (Brasil, série antiga), Educação e Matemática (Portugal), Suma e Epsilon (Espanha), , Educação Matemática em Revista (Brasil, SBEM) e a Revista do Professor de Matemática (Brasil, SBM). Além disso, também consultamos alguns periódicos disponíveis na Internet como o Nonius e o “Nova Escola on-line”, entre outros.

Na coleção Educação e Matemática (série antiga), a primeira edição que havia na biblioteca era do bimestre julho/agosto de 1978 e nela não havia nenhum artigo sobre o uso da calculadora. O mesmo ocorreu com as duas edições posteriores (setembro/dezembro de 78, janeiro/março de 79). Na revista de abril/junho de 79, no artigo de Scipione di Pierro Neto falando sobre a 5ª conferência interamericana de Educação Matemática (CIAEM) realizada em Campinas comenta-se sobre o painel ‘O impacto das calculadoras e computadores na educação matemática’ do matemático brasileiro José Armando Valente. Segue abaixo um trecho do comentário:

Teria sido necessário a todos ouvir as ponderações dos membros do painel e participação consciente do prof. Valente quando afirmou que ao apertar um botão ou algumas teclas o aluno estará exercendo um desempenho sobre uma operação que aprendeu e entendeu corretamente. Eu quero acrescentar – e sei que não estarei sozinho na afirmação – que será necessário e, mais do que isso, imprescindível à criança “construir antes a sua própria máquina” com os recursos de sua inteligência, do intelecto e usando o potencial que desenvolverá praticando cálculo e mais especificamente cálculo mental, através da contínua aplicação dos conceitos que definem as operações matemáticas e das propriedades elementares que regem essas operações. (PIERRO NETTO, 1979, p. 17)

O professor Valente, citado no artigo, tentava prever a importância que as calculadoras e os computadores teriam em nossa sociedade. Por outro lado, o professor Scipione valorizava o cálculo, o domínio das operações e propriedades que envolvem essas operações. Não encontramos nenhum artigo sobre

calculadoras nas outras revistas do ano de 1979. O mesmo ocorreu com a edição de Janeiro – julho de 1980. Esta foi uma publicação que não teve continuidade.

Outra revista cujas edições consultamos foi a *Educação e Matemática*, de Portugal, que a partir de 1988, passou a ser trimestral. Não encontramos nenhum artigo sobre calculadoras nas edições até o 2º trimestre de 89.

A revista do 3º trimestre de 1989 foi dedicada à calculadora. Praticamente todos os artigos referem-se a ela, com relatos de pesquisas, experiências, atividades e jogos.

Ponte, no editorial, comenta que as calculadoras são objetos matemáticos por excelência e que o uso tornou-se corrente no dia-a-dia em função do desenvolvimento tecnológico. A utilização normal da calculadora nas aulas, nos testes e em outras atividades, em todos os níveis de escolaridade, poderá constituir um importante fator de melhoria do ensino da Matemática.

Na opinião de Ponte, o uso da calculadora, por ser um objeto matemático, é absolutamente normal em sala de aula e em todas as atividades, trazendo contribuições para a compreensão dos conteúdos ensinados em Matemática. Fazendo uma comparação, não permitir o uso da calculadora em Matemática, seria o mesmo que não permitir o uso da régua e do compasso em desenho, do dicionário em Língua Portuguesa, de mapas em Geografia.

Ponte justifica o uso da calculadora da seguinte forma:

Ela pode ser utilizada para apoiar o desenvolvimento de novos conceitos, para formular conjecturas, explorar relações matemáticas e para resolver problemas. A calculadora proporciona a exploração de novas estratégias e métodos de trabalho, como a tentativa e erro e as aproximações sucessivas. Permite alargar o leque de situações a considerar, usando valores retirados diretamente da vida real, sem ser submergido pelos cálculos. A calculadora é ela própria uma fonte natural de novos problemas e novos conceitos, como os de arredondamento, aproximação e convergência. (PONTE, 1989, p. 1)

Os argumentos apresentados por esse autor colocam a calculadora como um instrumento de investigação em que as situações resolvidas são primeiramente tratadas numericamente, para depois, se necessário, receberem um tratamento gráfico e/ou algébrico. Com o uso da calculadora as operações matemáticas, os cálculos, são deixadas num segundo plano onde sua realização é rápida e eficiente, e o tempo é utilizado na análise e discussão das estratégias e soluções encontradas. Mas é importante que se descubram as capacidades e limitações da calculadora em uso na sala de aula.

Ponte insiste que a introdução da calculadora será um passo verdadeiramente positivo na perspectiva de sua utilização generalizada, levando em conta os aspectos já levantados que possibilitem a diversificação das estratégias de ensino e da implicação do aluno no processo de ensino aprendizagem.

Permitir o uso da calculadora deve vir acompanhado de uma mudança na postura do professor que deve permitir que o aluno participe ativamente do processo de ensino-aprendizagem e não seja um mero expectador, ouvinte e passivo, que se limita a fazer o que foi proposto e da maneira que foi proposto. Apresentar situações problemas em que o aluno deve buscar estratégias de solução que serão discutidas com os colegas e com o professor é um caminho bastante interessante.

Na conclusão do editorial, Ponte comenta que num processo de inovação educacional surgirão contratempos e dificuldades que, como qualquer outro instrumento, a calculadora pode ser bem ou mal usada. O uso das calculadoras não anuncia o fim do cálculo, mas que ele seja encarado de outra maneira que favoreça uma atitude mais experimental e prática da Matemática. O uso das calculadoras necessita uma profunda mudança nas concepções e nas práticas pedagógicas da disciplina de Matemática e essas mudanças necessitam esforço na formação dos professores, na produção de materiais de apoio, na realização de encontros para trocas de experiências e reflexão pedagógica, bem como pesquisas nesse contexto.

Percebemos que o “usar a calculadora nas aulas de Matemática” deve vir acompanhado de uma ampla discussão por parte dos professores para que seu uso não se limite ao cálculo, que pode mascarar dificuldades que os alunos têm de realizar certas operações com lápis e papel. Outro investimento que deve ser feito é na formação dos novos professores, nas licenciaturas de Matemática, para que se discuta o papel das calculadoras e de outras tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. E que finalmente haja a possibilidade de encontros para formação e reflexão dos professores que estão atuando em sala de aula.

Silva (1989), em seu artigo na revista Educação e Matemática, diz que o homem ao longo de sua evolução sempre procurou utilizar instrumentos de cálculo desde a utilização de seixos, nós em corda, entalhes em madeira, os próprios dedos, até chegar nos ábacos e enfim, nas calculadoras. Esses instrumentos, desde os primórdios do ábaco às sofisticadas calculadoras, reforçam a necessidade, sempre sentida pelo homem, de se munir de instrumentos auxiliares de cálculo. Hoje em dia são inúmeras as práticas profissionais que se utilizam das calculadoras e o

seu uso está cada vez mais popularizando-se na sociedade. E na escola? O autor comenta que apesar da divulgação e uso de instrumentos de cálculo cada vez mais poderosos, como são os computadores, a calculadora é apenas usada nas escolas em disciplinas de natureza técnica ou em cursos técnicos.

Apesar do artigo ser de 16 anos atrás e referir-se à realidade de Portugal, ele chama a atenção para a realidade brasileira, pois por aqui são poucas as escolas que têm à disposição as tecnologias educacionais como o computador e a própria calculadora. Silva diz que a experiência dos alunos com a utilização da calculadora é anterior à escola fazendo parte dos seus estojos, relógios e hoje em dia dos celulares. Nas escolas portuguesas a calculadora não tem a mesma divulgação mesmo tratando-se de um instrumento que, se utilizado de forma criteriosa, abre inúmeras possibilidades educativas ao nível de Educação Matemática, questionando o atual peso do cálculo e abrindo novas perspectivas para o desenvolvimento de conceitos, a resolução de problemas.

O que temos sentido, aqui no Brasil, é que o assunto foi deixado um pouco de lado em função da chegada de novas tecnologias com o computador. Porém, o computador ainda não é realidade na maioria das escolas e o ensino da Matemática continua centrado no cálculo e suas técnicas, que refletem a própria formação dos professores. Nesse contexto, investir no uso da calculadora, cujo custo é reduzido, é plausível e pode render melhorias na qualidade do ensino da Matemática.

Silva destaca que os discursos em torno de reformas curriculares e novos programas colocam em pauta o papel de instrumentos de cálculo, como a calculadora, dentro do ensino da Matemática. É preciso continuar a alargar a reflexão em todas as escolas e com os professores de Matemática. As mudanças na educação não ocorrerão sem a intervenção ativa dos professores, sem que os professores sintam a sua necessidade, através da reflexão da sua prática e da implementação de novas propostas curriculares, que incluem o uso de novas tecnologias.

De acordo com Silva, a calculadora ,se introduzida na aula de Matemática sem qualquer projeto educativo que o sustente, será mais um 'modernismo' que nada mudará para além de criar grande insegurança em professores e alunos.

Novamente percebemos que as mudanças exigem reflexão e discussão por parte dos professores e deles deve partir a necessidade de mudanças. Se o professor não vê a necessidade da utilização da calculadora, ou de qualquer outro

recurso tecnológico ou não saiba como utilizá-lo, ele não vai mudar sua postura. Vai continuar dando suas “aulinhas”, seguindo o livro didático, pois é mais cômodo e fácil para ele, do que um planejamento e uma mudança de postura. Destaque-se que essa postura é também reflexo da formação do professor, onde o ensino ocorria da mesma maneira. É preciso que haja espaço para a discussão, reflexão e formação dos professores.

Os professores que não utilizam a calculadora, segundo Silva, argumentam que os alunos deixam de fazer as contas, tornam-se dependentes da máquina, calculam mecanicamente sem pensar, confiam extremamente nos resultados apresentados por ela. Esses revelam a preocupação e a defesa do cálculo como componente essencial do ensino e aprendizagem da Matemática. O ensino da Matemática caracteriza-se por um peso excessivo do cálculo, da memorização e do manuseio de suas técnicas ao longo dos diferentes anos de escolaridade. Neste panorama, a calculadora vem levantar problemas quanto às prioridades a estabelecer no ensino e aprendizagem da Matemática, evidenciando a fragilidade do ensino que fazemos, mas também possibilita a sua reflexão. Não se quer discutir a importância do cálculo, mas como desenvolver esse importante componente da Matemática.

Não é difícil ouvirmos entre os professores argumentos semelhantes daqueles apresentados no parágrafo anterior. Presenciamos a importância dada ao cálculo, à memorização de fórmulas e regras. E quando alguns professores permitem o uso da calculadora ficam perturbados quando seu aluno fica em dúvida com um cálculo simples do tipo  $7 \times 6$ . Outra questão difícil de ser respondida pelos professores é: 'onde vou usar isso?'. O aluno não percebe uma relação entre o que está aprendendo e o seu dia-a-dia. Não consideramos que tudo que ele deva conhecer, e saber, deva ter conexão direta com o cotidiano. Mas isso revela que muitos dos problemas apresentados em sala de aula são puramente mecânicos, sem relação com a realidade. Uma justificativa apresentada ao aluno para que ele aprenda determinados conteúdos é o vestibular, ou um outro concurso; mas isso é tão pouco! Daí vem a não permissão do uso da calculadora em virtude da não permissão no vestibular e, daí, a discussão sobre a introdução da calculadora na aula de Matemática passa pela discussão da importância e papel atribuído à capacidade básica de cálculo e a forma como ela é trabalhada junto aos alunos.

De acordo com Silva, a calculadora estimula a atividade matemática na construção de conceitos e resolução de problemas. No primeiro caso, o uso da calculadora vem enriquecer a construção de muitos conceitos como os de número, sucessão, série, convergência, entre outros, bem como compreender melhor as operações envolvidas. Além disso, muitas situações algébricas e geométricas poderão ter um tratamento numérico mais concreto. Abre-se, com o uso da calculadora, a possibilidade da exploração informal de muitas situações e conceitos habitualmente tratados do ponto de vista formal.

A resolução de problemas permite a descoberta, construção e valorização da Matemática, além do que, representa um espaço de mobilização de diferentes saberes e aprendizagens sendo paralelamente uma metodologia de trabalho possibilitadora do desenvolvimento de capacidades e atitudes formativas face à Matemática e face à vida. Na resolução de problemas, o uso da calculadora alivia o peso dos cálculos permitindo ao aluno centrar-se no seu processo de resolução. Se os problemas estiverem relacionados com a realidade do aluno, Silva comenta que:

A possibilidade de encarar situações problemáticas ligadas à vida e a dados reais ganha com a presença da calculadora, um lugar mais importante na educação matemática, porque os alunos podem, sem risco de serem abafados em cálculos sem fim, pesquisar, organizar e gerir os dados com muito maior facilidade e rapidez. (SILVA, 1989, p. 6)

Temos consciência que a resolução de problemas, bem como a construção de novos conceitos, pode ser feita sem o uso da calculadora. Porém, o uso dela permite conjecturas, experimentações, verificações e formulação de novas conjecturas com rapidez e eficiência. Também permite resolver mais e melhores problemas relacionadas a situações práticas, sem que sejam necessárias adaptações de medidas e resultados a números inteiros de fácil manuseio.

Reys (1989), em seu artigo na revista Educação e Matemática, explora as mudanças nas abordagens e métodos de ensino associados ao uso das calculadoras. Como premissa básica ela diz que o uso da calculadora como ferramenta de cálculo proporciona a professores e estudantes, o tempo necessário para focar o esforço e a concentração dos estudantes na compreensão conceitual e no pensamento crítico.

A autora cita, por exemplo, o conceito de média no quinto ano de escolaridade. Sem a presença da calculadora perde-se muito tempo com os cálculos e a pesquisa de possíveis erros, desviando-se do objetivo que é entender o conceito de média. Com a calculadora, todos os cálculos podem ser feitos nela, desligando-

se da repetição cansativa. Mesmo que surjam erros, refazer os cálculos deixa de ser uma tarefa desagradável para o aluno. Para o professor, esta forma de abordagem disponibiliza tempo adicional útil para que o conceito adquira significado para os alunos, ajudando-o a conservar o seu interesse. Para explorar o conceito de média podem-se explorar dados provenientes da própria turma: idades, estaturas, pesos, etc. O valor do uso da calculadora é proveniente do fato de permitir que os alunos centrem a atenção nos conceitos.

Nota-se a preocupação de compreender os conceitos em questão e não simplesmente no processo de cálculo da média. Talvez a questão seja: o que é a média e como é calculada, desviando a atenção do aluno do processo de cálculo em si. Muitas vezes ensinamos muitas coisas a nossos alunos mostrando o que devem fazer, sem nos preocuparmos com o porquê fazem desta forma ou se não haveria outras maneiras de fazê-lo.

Abordar tópicos conhecidos de novas formas é outra sugestão da pesquisadora Reys. Ela sugere uma atividade simples: calcular a área de um triângulo. Cada aluno recebe uma cópia de um triângulo. A atividade consiste em que o aluno decida qual lado do triângulo usar como base e a partir dele identificar a altura. Medem-se base e altura, e com o auxílio da fórmula, calcula-se a área do triângulo. Sugere-se que a atividade seja repetida com os outros lados do triângulo como base. Os objetivos da atividade são: praticar o uso da fórmula, realizar medidas e valorizar a precisão das mesmas, reforçar os significados de base e altura e proporcionar a discussão da noção de erro em função das diferenças dos resultados encontrados. Esta atividade é valorizada usando-se as calculadoras, pois o rigor das medições exige precisão dos cálculos. E também permite que mais tempo e energia sejam dispensados na compreensão dos conceitos. O uso das calculadoras deixa-lhes tempo para explorar, comparar e experimentar.

A investigação e a experimentação são importantes para que o aluno compreenda certos conceitos matemáticos. Porém, algumas atividades exigem do professor um planejamento maior para que os resultados sejam satisfatórios. É bem mais simples para o professor pedir aos alunos que resolvam vários exercícios onde são dadas as medidas dos lados e altura dos triângulos. Os alunos poderão até fazer, em função da insistência ou a partir de um exemplo dado, porém os resultados não serão os mesmos no que se refere à compreensão do conceito.

A pesquisadora Reys destaca também que a calculadora promove a exploração natural de estratégias de resolução de problemas e a aplicação de processos intuitivos. Mesmo que o problema seja simples deve-se ouvir as estratégias e procedimentos utilizados pelos alunos. Em alguns casos, a resolução pode fugir do convencional, do esperado. Se o aluno por ventura cometer um erro, não deixa de ser uma oportunidade de aprendizagem.

Devemos dar voz a nossos alunos para que saiam da posição passiva de ouvintes de modo a expressarem suas estratégias, os seus procedimentos, suas dúvidas e inclusive seus erros. Perdemos inúmeras oportunidades de realmente ensinar por não termos tempo de ouvir nossos alunos. Somos sufocados por um cronograma rigoroso, um conteúdo programático extenso que deve ser cumprido e em função disso deixamos de nos preocupar se o aluno está realmente aprendendo.

Reys finaliza seu artigo dizendo que a calculadora é um poderoso auxiliar na aprendizagem e que seu potencial é grande e ainda não foi totalmente explorado, nem no desenvolvimento de conceitos, nem no desenvolvimento de atitudes positivas e de persistência na resolução de problemas. A calculadora pode contribuir no desenvolvimento conceitual das idéias matemáticas se for aproveitado o seu poder de cálculo.

Matos (1989), no seu artigo, fala que, ao pensar na formação matemática dos alunos, é necessário ter em conta o processo de construção do conhecimento em Matemática; ou seja, a natureza da Matemática como ciência, e a relevância desta questão na definição de objetivos, estratégias e métodos que conduzam os alunos à apreciação da Matemática. De acordo com o autor, é importante que os alunos vivam em ambientes de aprendizagem em que o processo de trabalho seja formativo em si mesmo e a ênfase não seja colocada exclusivamente no produto. É necessário valorizar o papel do aluno na aula de Matemática.

Os alunos recebem os conteúdos de forma pronta e acabada, numa atitude passiva. O professor apresenta o conteúdo e de uma certa forma acaba dizendo 'façam assim que dará certo'. Atividades que exijam investigação e exploração podem diminuir as dificuldades de compreensão dos conceitos e conseqüentemente facilitar a aprendizagem.

Matos chama a atenção que com o advento de novas tecnologias, como o computador que se constitui num instrumento que abre perspectivas há pouco tempo inimagináveis ao nível da produção de novo conhecimento, algumas

tecnologias, como a calculadora são deixadas de lado, remetendo-se a um papel secundário. O acesso dos alunos à utilização das calculadoras permite que o professor dê ênfase às aplicações da Matemática no contexto de problemas que sejam de interesse dos alunos. Alunos que utilizam dados recolhidos por eles próprios estarão intrinsecamente mais motivados para a resolução de problemas.

Uma educação voltada para o aluno, com atividades bem planejadas com a resolução de problemas e atividades interessantes trará resultados mais significativos em relação a aprendizagem.

Veloso (1989) comenta que a calculadora, devido à rapidez, torna-se uma poderosa ferramenta porque, em pouco tempo, podemos fazer mais e diversos tipos de cálculos. Pode-se, dessa forma libertar o aluno para se concentrar no processo matemático que transcende profundamente o domínio do cálculo.

Essa mesma autora comenta como a porcentagem da calculadora pode ser explorada de modo que o conceito seja assimilado através de inúmeras situações que envolvem o dia-a-dia do aluno.

Nessa mesma edição, ainda a edição “especial” do 3º trimestre de 1989, há no final uma sugestão de jogos que podem ser realizados com o auxílio da calculadora. No texto que introduz os jogos afirma-se que uma aula onde se joga é uma aula animada, divertida e participada. Porém, é importante que os alunos discutam a forma como jogaram e descubram as melhores estratégias de jogo, sendo esta fase a mais rica do ponto de vista educativo.

Na edição do 4º trimestre de 1989 não encontramos nenhum artigo sobre calculadoras. O mesmo ocorreu com os dois primeiros trimestres de 1990.

Na edição do 3º trimestre de 1990 há um artigo sobre o uso de calculadoras científicas e programáveis em trigonometria, onde Coelho (1990) enfatiza que é preciso conhecer algumas propriedades do ciclo trigonométrico como, por exemplo, redução ao primeiro quadrante. A calculadora pode ser usada para resolver equações trigonométricas, bem como possibilita a compreensão de expressões trigonométricas que podem ser simplificadas. No final, o autor comenta que é necessário saber a trigonometria como se não usássemos a máquina somente não necessitamos de saber de cor valores das razões trigonométricas. Também podemos explorar as capacidades e limitações das calculadoras como motivação das aulas.

Discute-se, na edição do 4º trimestre de 1990, a utilização das calculadora gráficas nos exames do ensino secundário. E a direção da APM (Associação de Professores de Matemática – Lisboa – Portugal) considera que deve ser incentivada a utilização de calculadoras gráficas integradas no ensino secundário e ser permitida a utilização de calculadoras gráficas em todas as provas de avaliação, incluindo os exames. Nas edições de 1991 não havia artigos sobre calculadora. Nas edições de 1992 encontramos apenas um jogo, no 1º trimestre, que sugeria a utilização de uma calculadora. Nas edições de 1993 não encontramos nada sobre o assunto. Nas edições de 94, havia na revista do 3º trimestre um artigo em que Antonio Abrantes comentava uma experiência com calculadoras gráficas. Nas demais edições desse ano não encontramos nada relativo ao assunto. Encontramos mais um jogo na edição do primeiro trimestre de 95. Nas outras edições desse ano não detectamos nenhum artigo sobre calculadoras. O mesmo ocorreu com as edições do ano de 96. Isso mostra que, embora um discurso “forte” em alguns artigos, não há efetiva incorporação do tema, como se ele “não pegasse” em sala de aula ou junto aos professores. Nas edições de 97, começou a circular uma sessão denominada ‘Tecnologias na educação matemática’. Porém, não encontramos nada relacionado à calculadora nas duas primeiras edições desse ano que aliás eram as últimas que havia na biblioteca do centro politécnico da Universidade Federal do Paraná.

Outra revista consultada nessa biblioteca foi a ‘Educação Matemática em Revista’ da SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática). Estavam disponíveis somente as edições de 93 e 94, e nelas não encontramos nenhum artigo sobre calculadoras. Sabemos que a revista segue sendo publicada, mas não buscamos outros exemplares para, ao mesmo tempo em que delimitássemos o âmbito desse levantamento, fixássemos o acesso disponível aos estudantes da Licenciatura no âmbito da própria UFPR.

Na ‘Revista do Professor de Matemática’ da SBM (Sociedade Brasileira de Matemática), encontramos um artigo sobre adição de frações, de autoria de José Carlos Gomes de Oliveira, na revista do 2º quadrimestre de 92, onde se sugere a utilização de uma calculadora simples que apresente teclas das quatro operações e de uma memória no mínimo. A idéia básica é transformar as frações em números decimais e depois encontrar uma fração que represente o resultado decimal encontrado.

Na edição do 1º quadrimestre de 99 há um artigo denominado 'Uso inteligente da calculadora' de Hideo Kumayana, onde ele faz uma discussão sobre as limitações dos resultados apresentados pela calculadora científica para números muito grandes cujo resultado é apresentado na forma científica, porém sem muita precisão. Ele apresenta como exemplo o cálculo de  $2^{64} - 1$  que a calculadora científica dá como resultado  $1,84467440737 \times 10^{19}$  que corresponde ao número 18446744073700000000. Esse número na forma decimal foi arredondado e nesse sentido o autor apresenta uma maneira de efetuar um cálculo desse tipo chegando ao resultado exato. Não deixa de ser uma idéia interessante, mas seria essa uma maneira viável de usar a calculadora nas salas de aula?

Nas edições de 1999 a 2005 encontramos apenas um artigo na revista de nº 51, de 2003, que discute a possibilidade de usar-se uma calculadora simples para extrair raízes não quadradas, por exemplo, raízes quintas. O autor, João Pitombeira de Carvalho, apresenta uma maneira bastante complexa para se chegar, com uma calculadora que tenha apenas raiz quadrada, na raiz quinta de 5 ( $\sqrt[5]{5}$ ). Apesar da idéia ser interessante, pensamos que não seja adequado para alunos do ensino médio. O método por tentativas e aproximações sucessivas seria menos complexo e mais produtivo.

A revista espanhola Épsilon tem edições quadrimestrais. Começamos a procurar artigos sobre calculadoras partir de 89 e até 94 nada encontramos. Na edição do 1º quadrimestre de 95, deparamos com o artigo de Gómez, Peinado e Carretero sobre o uso de calculadoras gráficas. Apesar da calculadora gráfica não ser o alvo específico da nossa pesquisa, é importante destacar que elas fazem representações gráficas com muita rapidez e muitos fenômenos podem ser mostrados e estudados através de funções e suas representações. Eles citam que problemas envolvendo contas de luz, de telefone, de reprodução de amebas por bipartição em um certo tempo, problemas de proporcionalidade inversa, problemas comerciais, de desvalorização, de desintegração radioativa conduzem a funções de um variável que o aluno pode chegar com relativa facilidade e representar graficamente.

Depois desse artigo, há outro apenas na edição do 2º quadrimestre de 2002 sobre a utilização da calculadora na prova de acesso ao vestibular. No desenvolvimento do artigo, os autores apresentam algumas questões do vestibular

realizado em setembro, mostrando como uma calculadora gráfica poderia ser aproveitada na resolução das mesmas.

Na edição do 2º quadrimestre de 2003 há um artigo sobre o uso de calculadoras do tipo Classpad 300 da Casio numa atividade envolvendo funções do 2º grau. O autor Torres (2003) comenta que independente do modelo da calculadora devemos considerá-la como um recurso didático e para leva-la à sala de aula, devemos conhecer suas vantagens e desvantagens e estar preparados para superar situações tais como nem todos terem uma calculadora e o custo delas; em síntese, pontuando que a calculadora não é um recurso acessível para todos.

Essas situações inconvenientes mencionadas são muito comuns em nossas escolas. É necessário driblar certos problemas com criatividade, como, por exemplo, realizar atividades em grupo de modo que uma calculadora seja compartilhada, adquirir calculadoras que possam ser emprestadas para os alunos durante as aulas.

Não encontramos mais nenhum artigo nas edições de 2004, que eram as últimas disponíveis na biblioteca.

Procuramos artigos sobre calculadoras em outra revista espanhola: a SUMA. Fizemos uma busca de 1991 a 1998. Encontramos artigos sobre uso de calculadoras gráficas nas edições de outubro de 1991, novembro de 1995 e junho de 1996. Por serem artigos específicos de um tipo de calculadora e descreverem alguma atividade que foi feita com nela, não faremos menção aos mesmos por considerarmos que fogem de nosso tema de pesquisa.

Na edição nº 7 de 1991, Guttenberg afirma que a calculadora é um excelente recurso didático que faz muito mais que as operações básicas. Usá-la apenas com 'calculadora' (aspas do autor) nada mais seria do que desperdiçar uma oportunidade de fazer a matemática mais atrativa para muitos estudantes. Com ela é possível, por exemplo, trabalhar com padrões numéricos, explorar relações com funções, desenvolver conceitos e resolver problemas com dados reais.

Esse é um caminho muito interessante para usar-se a calculadora. Porém, faltam aos professores informações de como fazê-lo, como explorar a calculadora além de suas funções computacionais. A maioria dos professores prepara suas aulas a partir de livros didáticos ou apostilas e poucos desses materiais oferecem algum fora do tradicional. O problema está em transformar toda essa teoria em prática de sala de aula.

Guttenberg reforça que a calculadora pode ajudar a melhorar a atitude dos estudantes diante da aritmética visto que os capacita a fazer cálculos relacionados com a vida real e permite trabalhar com números grandes e pequenos, podendo-se gerar padrões numéricos, explorar propriedades dos números, formular hipóteses, bem como desenvolver as habilidades de estimação e aproximação. A presença da calculadora, bem como o computador, para demonstrações, resolução de problemas e avaliação cria uma nova dinâmica na aula em que os professores e estudantes são companheiros naturais na busca da compreensão das idéias matemáticas e na solução de problemas.

No final do artigo o autor apresenta algumas perguntas que necessitam de reflexão e mostram que há muitas questões a serem discutidas. Eis as perguntas propostas pelo autor: Como se pode instruir e convencer os professores de matemática da importância da calculadora como auxiliar didático? Que tipo de calculadora é conveniente escolher para nível escolar? Como devem ser introduzidos os números decimais e a notação científica? Qual o papel das frações? Que tipo de material didático é necessário para se fazer melhor uso da calculadora? Como assegurar uma posição crítica dos usuários frente os resultados obtidos com a calculadora?

Nota-se que existem ainda muitas dúvidas de como fazer o melhor uso da calculadora de modo que a aprendizagem matemática seja a mais adequada possível.

Na edição nº 8, de 1991, há um artigo que apresenta um trabalho realizado com calculadoras para estudar algumas funções, usando diagramas. O problema surgiu a partir da observação que alguns alunos não diferenciavam expressões do tipo  $\cos(x+1)$  e  $\cos x + 1$ . A atividade proposta consistia em elaborar um diagrama de modo que fossem indicadas, através de um diagrama, as operações a serem realizadas e, a partir desse diagrama, os cálculos fossem realizados na calculadora de modo que os alunos percebessem a diferença de expressões como aquela acima citada. Conclui-se que a estratégia utilizada cria uma linguagem que evidencia a estrutura teórica, inibe o funcionamento de vícios de formação e minimiza o uso de terminologia para orientar o trabalho do aluno.

Na edição nº18 de 1994, Sánchez comenta que as calculadoras realizam com facilidade certas tarefas rotineiras fazendo com que parte do tempo e esforço seja dedicado a aquisição de novas experiências e permitem igualmente concentrar

interesses na compreensão da matemática. O autor considera necessária uma revisão dos conteúdos da matemática escolar, tanto no que se refere aos conceitos bem como aos processos e estratégias de resolução de problemas matemáticos e a atitude com que são enfrentados.

Esse autor faz comentários sobre a resolução de equações, com uso de calculadoras, que podem ser resolvidas por ensaio e erro, por aproximações sucessivas. Na resolução de equações por vias algébricas, elas são classificadas em lineares, quadráticas, exponenciais, etc., e cada uma delas têm um processo de resolução, um algoritmo de cálculo, e são resolvidas nos mais diferentes níveis de ensino. Porém, a todas elas se propõe uma mesma tarefa: encontrar um ou mais valores que constatem a sua existência. Nesse sentido, a calculadora permite resolver uma equação por tentativas sem a necessidade do conhecimento de um algoritmo específico. Essa forma de resolução, apesar de não ser tão precisa, permite abordar com confiança muitos outros problemas matemáticos no âmbito escolar e extra-escolar.

No final do artigo, o autor afirma que alguns aspectos da matemática ganham maior importância com o uso da calculadora, como as relações entre frações, decimais e porcentagens, o sentido comum da estimação como controle das operações realizadas, a relação entre as operações, a generalização a partir da obtenção de regularidades, a construção de tabelas e gráficos, a compreensão qualitativa do crescimento de uma função.

Na edição nº 23 de novembro de 1996, há um artigo de Balbuena que apresenta uma entrevista com um colecionador de calculadoras. Nela são apresentados alguns modelos bem antigos de calculadoras mecânicas.

Na edição nº 26 de novembro de 1997, Vizmanos faz uma discussão do futuro do ensino de álgebra diante das possibilidades de algumas calculadoras gráficas que operam com equações e expressões algébricas da forma como estamos acostumados a operar com lápis e papel. O autor comenta que os alunos devem continuar estudando álgebra, porém o currículo de álgebra a ser proposto no futuro deveria deixar de centrar-se exclusivamente na capacidade de manipulação, dando uma maior importância a estruturas conceituais da álgebra como meio de representação e usando os métodos algébricos como ferramenta para resolução de problemas.

Podemos perceber que a calculadora deve ser usada para que o aluno possa compreender mais o que se passa ao resolver uma equação e não simplesmente aplicar um algoritmo que muitas vezes é repetido exaustivamente sem saber o que está fazendo. As estimativas e as aproximações podem ser exploradas com mais frequência e permitem que se discuta a viabilidade das respostas e a necessidade da busca de soluções mais precisas.

Embora não seja um levantamento exaustivo, acreditamos que essa revisão fornece uma boa perspectiva do que é possível deparar na literatura. Para ampliar um pouco mais nossa revisão, também se fez uma busca de revistas e artigos disponíveis na internet.

Os primeiros artigos a serem analisados e comentados foram publicados na revista *Nonius de Portugal*, que é uma folha informativa do projeto 'computação no ensino da Matemática'. No número 22 dessa revista de janeiro de 1990 encontramos um artigo de Jaime Carvalho e Silva. Um dos seus comentários sobre o uso das calculadoras é o seguinte:

É muito variado o modo como as calculadoras podem ser utilizadas no ensino da Matemática. Sem pretender ser exaustivo, tanto pode ser como forma de dar substância a um problema que de outro modo pode parecer demasiado abstrato, como forma de permitir explorar relações e propriedades tanto para os ajudar a perceber como para as intuir, como forma de permitir a exploração de situações impossíveis de fazer "à mão", como forma de complementar exercícios que se aproximem mais de situações reais ou actuais. Além do mais, a utilização das calculadoras permite um maior envolvimento da parte dos alunos na matemática que eles vão aprendendo, dando aos alunos um papel mais ativo: a matemática tem que se aprender 'fazendo matemática'.

Nesse trecho, o autor chama a atenção para outras possibilidades para o uso das calculadoras que vão além da realização dos cálculos. Talvez esse seja um ponto que deve ser mais explorado pelos professores quando preparam suas atividades. As atividades propostas podem estar relacionadas a situações reais e exigir do aluno uma maior participação, envolvimento, tirando-o de uma atitude passiva onde ele repete procedimentos apresentados pelos professores.

Sobre os professores, Silva reforça que eles têm que ser devidamente formados para a utilização das calculadoras, que não podem ser utilizadas de qualquer modo. E a tabuada e a memorização mantêm sua importância, pois atividades como cálculo mental e a estimação são fundamentais, e aí a calculadora não exerce praticamente nenhum papel.

A formação dos professores é fundamental para um ensino de qualidade. No que se refere ao uso das calculadoras, a troca de experiências, análise de estudos

realizados podem ser de extrema importância para o professor que tem muitas dúvidas e não sabe como conduzir certos conteúdos matemáticos em sala de aula. O que ocorre, em alguns casos, é o professor seguir apenas o livro didático. Os livros didáticos nem sempre sugerem atividades a serem realizadas com algum tipo de tecnologia. Na maioria dos casos o conteúdo independe do usar-se ou não a calculadora, por exemplo. Cabe ao professor preparar atividades que exijam a utilização da calculadora como instrumento de cálculo, como meio de verificação de resultados, para testar hipóteses. Outro comentário é que o cálculo e memorização não devem ser abolidos da Matemática independente da maneira como as aulas sejam conduzidas. O ideal seria usar a calculadora de forma a explorar o cálculo mental e a estimativa.

No número 7 da revista *Nonius* de out/nov/dez de 1987 aparecem algumas recomendações do NCTM (National Council Teachers of Mathematics) sobre a introdução das calculadoras nos programas escolares de Matemática, nas aulas, nas tarefas de casa e na avaliação. Embora muito usadas na sociedade, as calculadoras são pouco usadas nas escolas onde poderiam liberar muito tempo que estudantes gastam a fazer cálculos. O tempo ganho deveria ser dedicado a ajudar os alunos a entenderem a Matemática, a desenvolverem estratégias e, em geral, usar e aplicar a Matemática. O NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*) recomenda que todos os estudantes usem as calculadoras para:

- se concentrarem mais no processo de resolução do que nos cálculos associados aos problemas;
- terem acesso à Matemática para além da mera capacidade de cálculos;
- explorar, desenvolver e reforçar conceitos incluindo estimativa, computação, aproximação e suas propriedades.
- fazerem experiência com idéias matemáticas e descobrirem padrões e leis de formação.
- efetuarem aqueles cálculos fastidiosos que aparecem quando se trabalha com dados de situações reais durante a resolução de problemas.

O NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*) também recomenda que editores e autores de livros e de testes integrem o uso da calculadora nos seus materiais matemáticos em todos os graus de ensino.

Apesar do NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*) ser uma entidade respeitada no meio matemático, temos a impressão que as suas recomendações no que diz respeito ao uso das calculadoras não atingiram os professores brasileiros na sua maioria. É claro que para termos uma idéia mais correta e ampla da realidade brasileira precisaríamos de uma pesquisa gigantesca. Porém, analisando os professores com os quais trabalhamos e algumas pesquisas já realizadas, as recomendações estão longe de serem cumpridas. Não sabemos se não são cumpridas por falta de conhecimento do assunto, por falta de preparo dos professores ou simplesmente por não concordarem com as propostas ou as classificarem como irrelevantes para o ensino da matemática. É provável que encontrássemos escolas que fazem bons trabalhos usando calculadoras e outras tecnologias, com professores preocupados com o ensinar matemática para seus alunos. Mas é bastante provável que muitos professores continuem dando aula da forma convencional, onde os assuntos são apresentados pelo professor e os alunos são meros repetidores de cálculos, onde as atividades propostas não estão vinculadas à situações reais, retiradas muitas vezes de livros didáticos antigos. A realidade da educação brasileira ainda apresenta problemas como falta de professores formados, falta de materiais básicos como livros, falta de escolas e tantas outras coisas que fugiriam ao tema desse trabalho.

Voltamos a insistir na idéia de que o assunto 'uso de calculadoras' saiu da pauta de discussão da maioria dos professores sem ter ficado claro como implementar adequadamente esse recurso nas atividades de sala de aula. Não sabemos se isso deve ser creditado ao fato da popularização do computador e vários programas incentivarem a implementação de computadores nas escolas, e isso ter feito com que várias pesquisas se voltassem para o uso de softwares nas aulas de matemática. Insistimos que é importante a discussão sobre o uso das calculadoras em todos os níveis, principalmente em relação à educação básica.

Na edição número 25 da *Nonius* de abril/maio de 1990, Tereza Assude escreve um artigo intitulado 'as calculadoras no ensino da matemática: alguns elementos de reflexão'. Nele ela comenta que:

A calculadora pode ser apresentada com um 'algoritmo' que permite obter o resultado das operações ou como um meio de verificação dos resultados feitos mentalmente ou pela utilização de outros algoritmos. Um dos problemas que se podem levantar é o reverso da utilização da calculadora como meio de verificação dos resultados obtidos por outros algoritmos, isto é, como criar condições para que os alunos possam questionar os resultados apresentados pela calculadora: quais os processos de validação de que o aluno disporá para

validar os resultados que a calculadora apresenta? A confrontação dos diferentes algoritmos permite uma compreensão do algoritmo de cálculo, não como o único e o bom, mas como fonte de questões relativamente aos resultados obtidos e as possíveis diferenças de resultados, sobretudo quando se trata de valores aproximados.

A questão levantada é bastante importante e interessante. Como discutir e validar os resultados encontrados com a calculadora. Isso exigirá do aluno um cuidado com os processos utilizados e uma análise dos resultados encontrados. Pedir ao aluno um relato de como foi resolvida a atividade, como foram realizados os cálculos talvez seja uma alternativa para a discussão e revisão dos resultados encontrados. No caso de resultados aproximados, levantar questões de aproximações sucessivas e quais as mudanças nos resultados finais. O trabalho, por exemplo, com números fracionários com a calculadora que só opera com números decimais exigirá atenção e cuidado por parte do aluno ao realizar os cálculos e apresentar os resultados.

Outra preocupação de Assude, apresentada nesse artigo, é com a formação dos professores. Ela comenta que será necessário desmistificar a utilização da calculadora e afastar certos 'fantasmas' dessa utilização ao apresentá-la como fonte de problematização ou meio prático de cálculos quando os alunos já sabem outros algoritmos de cálculo, e por outro lado, é necessário fornecer aos professores outros meios de utilização das calculadoras do que aqueles que são utilizados normalmente nas práticas sociais.

Novamente a formação dos professores é levantada como crucial para a inserção da calculadora como ferramenta pedagógica. Mas para isso é preciso que o professor saiba como utilizá-la de maneira confiante e perca os seus medos: medo de não saber como usá-la, quando usá-la, de que os alunos fiquem dependentes dela e percam todas as habilidades de cálculo que são adquiridas com o ensino convencional da matemática. Com certeza, essas dúvidas pairam na cabeça de muitos professores. Esse comportamento é comum frente ao novo, ao inusitado. No caso da calculadora é um medo frente a um 'velho fantasma', pois não é de hoje que a calculadora está a disposição dos professores. Quanto à formação dos professores é preciso investir na formação dos novos professores nos cursos de licenciatura e propor cursos de formação aos professores que estão atuando em sala de aula para que se discuta o uso da calculadora, bem como do computador nas aulas de matemática. Atualmente isso poderia ser feito sem a necessidade do professor sair de casa com o uso da internet.

Na primeira edição da revista Nonius, de novembro de 1986, Jaime Carvalho e Silva destaca que na escola secundária as aplicações da calculadora são quase ilimitadas: resolução de problemas com cálculos demasiados longos para serem feitos à mão, motivação das partes mais abstratas da álgebra devido à grande rapidez dos cálculos, verificação da velocidade de convergência de uma sucessão, utilização como uma espécie de “laboratório matemático”: procura de padrões, formulação de conjecturas, teste de hipóteses, explicação de regularidades.

Há quase 20 anos a calculadora é sugerida como instrumento que pode ser explorado além das suas possibilidades de cálculo. Considerando todos os avanços tecnológicos que tornaram a calculadora mais eficiente e principalmente mais barata, porque ela não é explorada nas aulas de matemática? Talvez seja pelo direcionamento dado pelos livros didáticos utilizados aqui no Brasil, pela falta de uma formação dos professores mais adequada no que se refere à utilização de recursos tecnológicos. Continuamos apresentando os conteúdos de matemática da mesma forma, repetindo velhos padrões. E muitas vezes isso ocorre não porque o professor seja omissivo, mas por desconhecimento de outras formas de apresentar os conteúdos. Também existe a comodidade de se apresentar um assunto da mesma forma, pois não exige novos planejamentos, não se corre nenhum risco. É preciso que os professores ousem mais, arrisquem mais, discutam com os colegas novas estratégias, experiências realizadas que deram ou não certo.

Sempre há o apoio naqueles para quem “o uso” da calculadora nas aulas de Matemática deve ser feito com cuidado. Vejamos o que Elon Lages Lima escreveu na revista Nonius de jan/fev de 1991 sobre a calculadora e sua implementação na escola:

Acho absolutamente necessário que a criança, ao fim do 4º ano primário, conheça de cor a tabuada e saiba efetuar manualmente as quatro operações com números inteiros, frações ordinárias e com frações decimais. Uma vez conseguido este objetivo, não me oponho ao uso de máquinas, mais tarde, quando houver vantagem em usá-las. O surgimento das calculadoras eletrônicas representa um enorme progresso na direção da eficiência, precisão e rapidez nas contas, em quase todos os segmentos da sociedade moderna. Seria impossível negar, ou mesmo tentar diminuir a ênfase desta afirmação, pois o sucesso comercial de tais máquinas prova eloqüentemente sua utilidade. Em consequência disto, é natural que se procure introduzir as calculadoras na Escola. Tal medida tem sido proposta e executada em nome de dois princípios bastante aceitáveis. O primeiro é que a escola deve adaptar-se à vida atual, modernizar-se e adequar seus alunos à sociedade em que vivem, na qual vão lutar pela vida. O segundo é que o uso da máquina, liberando o aluno de longas, enfadonhas e desnecessárias tarefas, deixa-os com mais tempo para aprimorar sua capacidade de raciocinar e desenvolver mentalmente. Um corolário desta argumentação parece inevitável e tem, de fato, sido defendido como a ser adotada: devem ser abolidas a tabuada e as contas manuais. Use-se a máquina em lugar delas. Memorizar a tabuada e as regras de cálculo aritmético, quando se é jovem e se tem a memória fresca, é adquirir uma habilidade a mais,

aprender a efetuar um ato mecânico, como andar de bicicleta, que não atrapalha em nada, mas pode ser útil em várias ocasiões. Isto sem falar no aspecto educativo, na disciplina mental, na ordem e na atenção necessárias a essas operações as quais podem vir a constituir-se em hábitos de trabalho quando transferidas a outras situações. Mais tarde, principalmente a partir do segundo grau, quando já domina com proficiência as operações e suas regras, quando os cálculos numéricos são meros auxiliares no estudo de outras teorias, quando quer evitar uma grande e desnecessária perda de tempo com cálculos prolongados, o aluno pode vir a utilizar a calculadora, em seu próprio proveito, e em prol do melhor aproveitamento nos estudos. Mas é preciso primeiro verificar se isto não se constitui mais uma discriminação contra os menos dotados financeiramente, que poderão ter rendimento inferior, não por culpa de sua deficiência intelectual, mas por falta de condições para adquirir uma máquina.

Percebe-se nas afirmações do autor que o aluno antes de usar a calculadora deve saber realizar os cálculos com lápis e papel, além de 'dominar' a tabuada. É importante que o aluno conheça os procedimentos de cálculo para saber o que e como estão realizadas as operações. Porém, não vemos problema algum que a calculadora fosse utilizada simultaneamente, com responsabilidade, à medida que as operações estivessem sendo ensinadas. Não concordamos com o corolário de que com a introdução das calculadoras devam ser abolidas a tabuada e as contas manuais. É preciso que haja bom senso na implementação de qualquer novo recurso. O fato de se usar a calculadora não impede que os alunos memorizem a tabuada, fórmulas e regras. O que não pode ocorrer são os extremos. O aluno deve ser conscientizado dos benefícios e malefícios que qualquer recurso tecnológico pode trazer. Em relação à possibilidade da calculadora ser um instrumento discriminatório por parte dos mais ricos, pensamos que essa possibilidade sempre vai existir, mas é preciso investir mais na escola pública de forma a dar melhores condições de aprendizagem aos alunos mais carentes. Numa sala de aula onde alguns possuam uma calculadora podem ser realizados trabalhos em grupo, despertando os alunos para a solidariedade em vez da competição.

Na revista Nova Escola on-line, de dezembro de 2003, edição número 168, Ricardo Falzetta destaca que existem pelo menos três ao menos três áreas da educação matemática cujos conteúdos podem ser potencializadas pelo uso da calculadora. Veja a seguir quais são elas:

1. Resolução de problemas: com a calculadora é possível aproximar o raciocínio que se faz na resolução de problemas de situações da vida real.
2. Cálculo mental e estimativa: na área da estimativa e do cálculo mental, existem atividades em que o instrumento é empregado para checar rapidamente se o raciocínio está correto.

3. **Intuição Matemática:** no campo da investigação matemática, a calculadora permite explorar temas que há pouco tempo eram vistos apenas na teoria e resumidos a alguns exemplos. É o caso dos números primos, hoje amplamente utilizados nos sistemas de criptografia que estão por trás das senhas da informática. Números compostos por primos razoavelmente grandes podem proteger sistemas de senhas pois a tarefa de decompô-los empregando métodos braçais e mesmo computacionais é quase impossível. É de longa data o fascínio pelos números primos. O tema sempre instigou os matemáticos. Proposições célebres, como a Conjectura de Goldbach (todo número maior que 4 é a soma de dois números primos), de 1742, podem ser lançadas como desafios na 5ª série – com ajuda da calculadora. Eles provavelmente (quem sabe) não vão solucioná-la, mas ao “brincar” com os números, vão apurar cada vez mais competência de cálculo.

As três áreas sugeridas pelo autor do artigo vem sendo exploradas por vários autores de livros didáticos, bem como existem vários pesquisadores ( por exemplo João Pedro da Ponte na área investigação matemática, Juan Inácio Pozo na resolução de problemas) estudando e pesquisando sobre esses assuntos. . Porém, nem sempre as atividades sugeridas e pesquisadas envolvem o uso da calculadora. Essas áreas podem ser exploradas em todos os níveis de escolaridade, adequando-se o grau de dificuldade e as questões propostas. A inserção da calculadora pode dar mais dinamismo, rapidez e eficiência na realização das atividades. Porém, existem muitos professores que continuam dando as suas ‘aulinhas’ da mesma forma, sem mudar nada. Os processos de mudança exigem um certo tempo, além do comprometimento dos professores nos sentido de efetivá-las. Reforce-se que as mudanças não dependem apenas de boa vontade dos professores. É necessário que eles saibam o que e como vão realizar essas mudanças.

Na revista on-line publicada pelo Instituto Galileo Galilei para a educação, Luís Fábio Simões Pucci, em 2004, escreve um artigo denominado Educação politicamente incorreta, escreve sobre a evolução de alguns setores da sociedade com o advento de alguns equipamentos eletrônico como o computador, a calculadora, que fez aposentar outros equipamentos como a máquina de escrever, a régua de cálculo e o que vem ocorrendo com a escola. Vejamos alguns trechos desse artigo:

Más, sabe-se lá porque, ainda existe um lugar que ainda funciona como era exatamente há 50 anos atrás: a aula de Matemática do ensino fundamental e médio. Muitas escolas públicas não têm ainda computadores para uso com os alunos, só o velho giz e lousa e um professor falando (aliás, falando sozinho, na maioria das vezes).

O problema mais sério aqui é, creio eu, fingir que a calculadora ainda não foi inventada. A escola (digo, o professor de Matemática, principalmente) enxerga a calculadora como um objeto impuro, pornográfico, a ponto de bani-la da sua sala de aula. Ainda acredita, desmerecendo o valor da própria disciplina que ensina, que matemática é “aprender a fazer contas”. Querendo ensinar o aluno a ser uma máquina de calcular ambulante, precisa e exata, estamos esquecendo o que é a Matemática. E mais, estamos obrigando o aluno que vive no século XXI a viver num mundo que não existe, das carroças, das máquinas de escrever e do disco de vinil.

O fato é que nem mesmo o professor que não inclui a utilização racional da calculadora como ferramenta de ensino deixa de usá-la em sua vida particular. Na sala de aula, finge que ela não existe, mas assim que o último aluno sai da classe ele puxa do bolso para calcular a média das provas da classe. Em casa, faz tudo com ela: porcentagens, imposto de renda, confere a compra do supermercado, e até mesmo resolve com ela os exercícios que está preparando para dar na próxima aula para os seus alunos. E lá se vão 11 anos de escola com aulas de Matemática voltadas para “aprender a fazer contas”.

Aprender a pensar, desenvolver o raciocínio lógico, a aplicar a matemática na vida real e na solução de desafios práticos, nada.

Não quero fazer parecer que o professor de matemática é o único culpado nessa estória, mas não dá para esperar que a inclusão da calculadora como ferramenta de ensino matemática seja feita por um professor de educação física! Aliás, isso é mesmo gozado, já que o aluno geralmente começa a usar calculadora nas aulas das demais disciplinas, onde os professores permitem, pois querem desenvolver outras habilidades como objetivo maior de suas tarefas. Digo que o professor não é o único culpado porque a culpa maior é das mudanças rápidas que a sociedade vêm passando nas últimas décadas. As tecnologias avançam mais rapidamente do que nossos velhos hábitos possam alcançar. Porém, um professor de Matemática moderno já devia estar consciente de que aprender as quatro operações e usar calculadoras não são situações que se excluam mutuamente. Pelo contrário, se complementam.

Lógico que só incorporar o uso da calculadora à nossa prática de ensino não vai trazer o paraíso à Terra, mas, sumir com ela do mapa, como fazemos por aqui, nos obriga a selecionar problemas medíocres e abstratos para as aulas (os livros didáticos têm problemas desse tipo aos montes), onde tudo é número inteiro, tudo é divisível por tudo, os valores monetários são sempre redondos e os números decimais não existem. Isso é cultura inútil e os alunos não querem e nem precisam disso.

A calculadora faz parte da realidade das pessoas, do dia-a-dia do trabalho e vem incorporada em inúmeros equipamentos, como por exemplo, o telefone celular. A escola não necessita trazer todas as inovações para dentro da sala de aula e nem deve abolir alguns conhecimentos que são fundamentais para qualquer pessoa. Mas também não deve ficar alheia ao que ocorre na sociedade, fechando a escola numa redoma onde que se ensina é totalmente descontextualizado da realidade. O autor desse artigo chama a atenção dos professores de Matemática para utilizarem a calculadora em suas aulas. É na aula de Matemática que o aluno deve aprender como pode melhorar seu conhecimento matemático com o auxílio da calculadora. Outra questão levantada é quanto aos problemas apresentados nas aulas de Matemática. São problemas irrealistas ou muitas mal adaptados de situações reais. Os professores fazem inúmeras adaptações aos problemas para que os resultados

limitem-se a números de fácil manuseio para que os alunos não tenham maiores problemas ao resolvê-los. Trazer problemas relacionados ao dia-a-dia do aluno pode ser uma estratégia para que ele se envolva, participe e compreenda os procedimentos matemáticos utilizados. É o professor de sala de aula que tem a possibilidade de realizar as maiores mudanças. Nenhum decreto, lei ou orientação terá resultado se o professor não acreditar e não estiver disposto a mudar. Concordamos que com o autor que só a implementação da calculadora, ou de um computador, não trará mudanças para a educação. Porém, isso não é motivo para continuarmos a dar as aulas da forma convencional como vem ocorrendo.

Assim, chegamos a termo nesse capítulo onde realizamos uma revisão da literatura no que diz respeito a recomendações e propostas de uso da calculadora. Como dissemos no início, tal revisão expressa apenas uma pequena parcela do que existe, expressa aquilo que nos foi possível alcançar e, talvez valha, como provocação, a idéia sugerida abaixo por Cioran, de que talvez... nos devamos deixar sobreviver, ainda que sem completarmos, nunca, nossa tarefa de “fundamentação”.

(. . . ) dois estudantes me perguntaram se era possível viver sem *fundamentación*. Respondi-lhes que era verdade não ter encontrado nunca uma base sólida em lugar nenhum e, no entanto, ter conseguido subsistir porque, com os anos, a gente se habitua a tudo, até a vertigem.

E. M. Cioran – Exercícios de Admiração

## **O que ele diz? O que ele faz? ... o professor de matemática.**

Um método sempre traz, em si, a noção de eficácia. Trata-se de engendrar um mecanismo que, julgado eficaz, nos dê pistas para compreender determinada situação, resolver determinado problema, responder à determinada questão ou encaminhar determinados entraves. A eficácia, porém, será julgada segundo os pressupostos teóricos e vivências do pesquisador, e esse é o motivo principal de não se poder apartar uma metodologia de uma concepção de mundo e dos fundamentos teóricos-filosóficos do pesquisador.

Antonio Vicente Marafioti Garnica, 2004

Nesse capítulo descrevo os procedimentos de pesquisa utilizados na tentativa de conseguir realizar aquele que foi o meu projeto inicial. Este capítulo tem algumas características que o diferenciam dos demais: ele exhibe algumas partes de um processo de interação do autor com professores que se dispuseram a colaborar na pesquisa, e a descrição tem um tom mais intimista, motivo pelo qual optei por escrevê-lo na primeira pessoa do singular. Se as coisas seguissem o rumo planejado inicialmente, o que vamos ver aqui constituiria “a pesquisa” propriamente dita, com a necessidade de apresentarmos todos os procedimentos, referências adequadas e literatura pertinente. Mas não foi assim. O resultado desse processo de aproximação a uma forma de pesquisa, acabou determinando a feitura dessa dissertação na direção de procurar mostrar que aquele futuro previsto pelos educadores, que se punham na defesa da utilização das calculadoras, não aconteceu.

O que segue, então, são alguns procedimentos de uma pesquisa com características qualitativas cuja coleta de dados contou com a utilização de duas técnicas: a observação direta e a entrevista. Os professores colaboradores foram escolhidos por conveniência, por trabalharem em uma escola perto da minha casa, e isso visava facilitar o contato, as observações e as entrevistas. A escola é estadual, com características típicas de uma escola de periferia. Penso que os resultados não seriam muito diferentes se outra escola de característica semelhante, e localizada em qualquer outro bairro, fosse escolhida; e essa afirmação não é uma “generalização”, apenas uma indicação de que na opinião do pesquisador não há qualquer “vício” ou limitação interna à pesquisa decorrente dessa escolha inicial. Talvez, por exemplo, a escolha de uma escola estadual sob a

direção de congregações religiosas pudesse determinar alguma diferença no sentido do “regime de funcionamento” das aulas... digo isso por já ter atuado em uma escola assim, e acreditar que esse regime de funcionamento não diferia, por exemplo, daquele de uma instituição privada onde também atuei. De qualquer modo, o que acho necessário destacar é que, em minha opinião, sujeita a ser comprovada, talvez, por outros pesquisadores; a escolha que fiz pode ser considerada como representativa do funcionamento e atuação de professores “típicos” que encontraríamos na rede estadual de ensino.

A escolha da escola também está ligada ao fato de que os dois professores de Matemática dessa escola atuavam no Ensino Médio e, ao serem contatados por telefone, afirmaram que permitiam o uso de calculadoras em suas atividades em sala de aula, e se dispuseram a colaborar com a pesquisa. Um registro interessante sobre esses professores é que eles têm características distintas no que se refere à idade e ao tempo de exercício da profissão.

Descrevo de forma sucinta os dois professores que participaram dessa pesquisa, e que foram observados e entrevistados. Para manter em segredo suas identidades, atribuiu-se pseudônimos escolhidos pelos próprios professores.

### **Professor Henrique**

Tem 24 anos e trabalha como professor há 4 anos. Concluiu a Licenciatura em Matemática (plena, com ênfase em informática) e já trabalhou em 5 escolas diferentes, sendo três estaduais. Atuou da 5ª a 8ª séries do ensino fundamental e também no ensino médio. No ensino médio ele atuou também como professor de Física.

## **Professor Ney**

Tem 57 anos e trabalha como professor há 35 anos. Concluiu a Licenciatura em Matemática em 1974, tendo cursado uma especialização em 1990. Atuou como professor de Matemática em outros estados, além do Paraná.

## **A escola**

A escola foi escolhida levando-se em conta sua localização e a confirmação, por parte dos professores de Matemática do ensino médio dessa escola, em relação à utilização de calculadoras em suas atividades em sala de aula. Os resultados dessa pesquisa são específicos para essa escola e em relação aos professores que participaram da pesquisa. A escola estadual funciona em um prédio que foi inaugurado em 2004, havendo turmas de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries do ensino fundamental, 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> séries do ensino médio, além de turmas de ensino de jovens e adultos. A escola funciona nos três períodos: manhã, tarde e noite. Muitos dos alunos são oriundos de famílias carentes. A escola possui, institucionalmente, direção, vice-direção e equipe pedagógica composta de orientadores e supervisores.

## OBSERVAÇÕES

A observação é uma estratégia de pesquisa valorizada quando do uso de metodologias qualitativas. Utilizei essa estratégia para tentar confrontar as afirmações feitas nas entrevistas e nos contatos com os professores colaboradores.

A observação do trabalho do professor em sala de aula apresenta vantagens e desvantagens. De acordo com Mazzotti & Gewandszajder (2002, p.164) a observação apresenta como vantagens:

- a) independe do nível de conhecimento ou da capacidade verbal dos sujeitos;
- b) permite 'checar', na prática, a sinceridade de certas respostas que, às vezes, são dadas só para 'causar boa impressão';
- c) permite identificar comportamentos não-intencionais ou inconscientes e explorar tópicos que os informantes não se sentem à vontade para discutir;
- d) permite o registro do comportamento em seu contexto temporal-espacial.

Assim, com as observações seria possível perceber como o professor 'lida' com o conhecimento matemático, quais são suas concepções de ensino de Matemática e se a calculadora foi efetivamente utilizada. Ficaria difícil acreditar que a calculadora é utilizada se, por exemplo, a maioria dos alunos não tem uma calculadora, ou seja, se a calculadora não é um instrumento presente na sala de aula.

Entretanto, também há desvantagens como a presença do observador, um elemento estranho que pode fazer com que o professor e até mesmo os alunos tenham comportamento diferente ao costumeiro, prejudicando a possível interpretação deste observador. Apesar de algumas desvantagens, optei por realizar a observação tendo em vista a possibilidade de confirmar ou confrontar fatos aos quais não tenha dado a devida atenção durante a entrevista.

Primeiramente é importante que se coloque como foram feitos os contatos com os professores que foram observados.

Em meados de abril de 2005 entrei em contato com a escola escolhida. Como eu conhecia algumas pessoas que trabalham na secretaria, informei-me sobre quantos e quais eram os professores que atuavam no ensino médio. Disseram-me que eram três professores: Ney, Henrique e Neide. A professora Neide dava aulas apenas para duas turmas de 3ª série da manhã, por esse motivo optei por tentar

conversar com os outros dois por terem mais turmas e disponibilidade de horários maior. Nessa mesma ocasião consegui conversar com os dois professores e saber se eles permitiam o uso das calculadoras nas aulas de matemática e se concordavam em colaborar com o meu trabalho. Ambos disseram que permitiam o uso da calculadora e colocaram-se à disposição para a realização das observações e das entrevistas.

As observações foram feitas com os dois professores acima citados. Com o professor Henrique foram três observações, e com o professor Ney apenas uma, dado que ele não apresentou retorno posterior à primeira. As datas das observações foram agendadas previamente e a escolha da turma a ser observada foi feita pelo professor. Eu não sabia qual seria o assunto que seria dado pelo professor na aula que seria observada.

### **1ª observação: Dia 24/05/2005**

Prof. Henrique – 3ª aula do período da noite – 3ª série do ensino médio

Ao entrar na sala o professor cumprimentou os alunos presentes (eram apenas 13, pois havia chovido muito, o que fez com que muitos não viessem) e apresentou-me dizendo que eu faria uma observação da aula para meu trabalho de pesquisa para o mestrado. Também disse aos alunos que eu havia sido seu professor no ensino médio.

Naquela noite o professor começou a explicar como encontrar a equação geral da reta por determinantes (geometria analítica). Ele começou a aula relembrando como se determinava a equação da reta através da fórmula:  $y - y_1 = m.(x - x_1)$ . Num exemplo, ele deu as coordenadas de dois pontos, determinou o coeficiente angular (m) e depois determinou a equação da reta usando a fórmula. Em seguida, ele mostrou que era possível encontrar a equação da reta usando determinantes, baseado na condição de alinhamento de três pontos. Montou o determinante de 3ª ordem colocando as coordenadas dos dois pontos dados, o terceiro ponto seria um ponto qualquer de coordenadas (x;y) e, sem entrar em detalhes, fez o cálculo do determinante; chegando à mesma equação que havia sido obtida pela fórmula.

Notei que os alunos não dispunham de livros ou apostilas para consulta, com a matéria sendo passada no quadro pelo professor e os alunos copiando em seus cadernos.

Nessa aula a calculadora não foi utilizada pelos alunos e o professor não fez nenhuma menção a ela.

No final da aula o professor passou um exercício para que os alunos determinassem a equação da reta a partir das coordenadas de dois pontos e fez a chamada dos alunos nominalmente.

## **Comentários**

Essa observação foi o primeiro contato com esse professor e a primeira “tentativa” que fiz de uma observação. A aula observada (dia, horário e turma) foi resultado da adequação das possibilidades do professor com as minhas. Não sabíamos, de antemão, qual seria a série a ser observada e muito menos o assunto a ser trabalhado.

Nessa aula percebi o papel do professor e do aluno de acordo com as pesquisas realizadas por Guimarães (1988) e comentadas no capítulo dois. De acordo com esse autor, a aula é concebida como uma alternância de momentos de exposição (realizada pelo professor) e momentos de prática (realizada pelos alunos); o professor, em sua exposição, transmite essencialmente a informação que o aluno deve receber apoiando-se, freqüentemente, num diálogo pergunta-resposta em que ocupa o lugar de interlocutor preferencial; cabe ao aluno acompanhar a exposição do professor e participar do diálogo estabelecido por solicitação ou não do professor. Como se fosse um “roteiro”, observei durante a aula a descrição de Guimarães “em ação”.

O conteúdo da aula, equação geral da reta, não é um assunto onde as dificuldades de cálculo surgem com tanta freqüência e, talvez por isso, o uso da calculadora não tenha sido necessário. Entretanto, a calculadora poderia ser explorada em conjunto com a representação gráfica, por exemplo: para justificar que uma equação do tipo  $ax + by + c = 0$  é uma reta, costuma-se determinar dois ou três pares ordenados que satisfaçam à equação (geralmente com valores inteiros) e os alunos são “convencidos” de que aquilo é uma reta. Poderiam ser exploradas coordenadas com números decimais entre os pontos das coordenadas inteiras na

tentativa que os alunos visualizassem que os valores que satisfazem àquela equação determinam uma reta. Poderia ser tentada alguma conexão com a trigonometria, explorando-se a inclinação da reta e solicitando-se a determinação do o ângulo de inclinação, com a possibilidade de verificar que a tangente desse ângulo é o valor do coeficiente angular. Nesse caso, a calculadora permitiria precisão e rapidez nos cálculos.

Em se tratando de “gráficos”, uma hipótese seria tratar da visualização (segundo Zimmermann e Cunnighan (1991), citados por Borba, 1999) empregada com o objetivo de estimular o processo de descobrimento matemático, obtendo uma maior compreensão. É claro que essa visualização gráfica poderia ser feita com o auxílio de softwares de construção de gráficos ou o uso de calculadoras gráficas, mas a escola não tem laboratório de informática e as calculadoras gráficas têm um custo muito alto.

## **2ª observação: Dia 09/06/05**

Prof. Henrique – Período da noite

Ao entrar na sala cumprimentou os alunos e apresentou-me à turma, aliás, como já havia feito na outra aula que eu o havia observado. Fez a chamada dos alunos pelos seus números.

O assunto da aula foi a soma dos termos de uma P. G. infinita. Para explorar esse assunto ele apresentou a dízima periódica 0,4444... com o objetivo de encontrar a sua fração geratriz. Num primeiro momento ele mostra que o número 0,444... pode ser decomposto na soma  $0,4 + 0,04 + 0,004 + \dots$  que é uma soma infinita de uma Progressão Geométrica cuja razão é 0,1.

Para poder efetuar a soma ele apresentou a fórmula dos termos de uma PG finita ( $S_n = \frac{a_n \cdot q - a_1}{q - 1}$ ) fazendo a consideração de que na medida que o número de termos aumenta, ou seja na medida que o valor de n tende ao infinito, o valor de  $a_n$  tende a zero, concluindo que  $S_n = \frac{a_1}{1 - q}$  e em seguida aplica-a, obtendo a fração  $\frac{4}{9}$ .

Durante os cálculos o professor sugere que os alunos utilizem a calculadora mas poucos o fazem (alguns alunos dessa turma tinham uma calculadora com as operações básicas: +, -, x, : e  $\sqrt{\quad}$ ).

Ele detém em detalhes como a necessidade de se usar o coeficiente  $n$  na expressão  $S_n$ . Busca ensinar 'como se faz', sem se preocupar em explicar, ou justificar, por que se faz daquela maneira.

Para mostrar que várias frações geram dízimas periódicas ele pediu a um aluno que fizesse na calculadora 31:99 na tentativa de mostrar que aquela era a fração geratriz da dízima 0,313131....

Num desses momentos o professor dirigiu-se à turma dizendo: "eu quero que vocês utilizem a calculadora".

Para finalizar a aula ele apresentou mais um exemplo cujo objetivo era calcular a soma dos termos da PG infinita  $(\frac{1}{3}; \frac{1}{6}; \frac{1}{12}; \dots)$ .

### Comentários

O assunto poderia ser melhor explorado com a calculadora numa atividade para que os alunos percebessem, através de somas sucessivas, alguns resultados que são encontrados com o uso da fórmula. Nesse sentido, D'Ambrósio (1986, p. 73) afirma que a calculadora pode ser utilizada para conduzir o aluno a interagir com o problema, dando informações e indicações do processo teórico envolvido. Esse autor, nessa época, já sugeria uma atividade para o ensino do cálculo da soma de uma série, que nada mais é a soma dos termos de uma progressão geométrica infinita cujo primeiro termo é 0,5 e a razão é também 0,5. Para a realização da atividade<sup>14</sup> sugere-se um quadro como o que aparece abaixo:

Termos da PG	Soma dos termos da PG
0,5	0,5
0,25	0,75
0,125	0,875
0,0625	0,9375
0,03125	0,96875
0,015625	0,984375
0,0078125	0,9921875

<sup>14</sup> Adaptado de D'Ambrósio, 1986, p. 74.

A intenção de apresentar o conteúdo dessa forma é fazer o aluno perceber que, na medida em que os termos se aproximam de zero (tendem a zero), a soma se aproxima de 1 (tende a 1). Depois disso, a fórmula pode ser apresentada para confirmar o resultado e facilitar no processo. D'Ambrósio (1986, p.75) sugere essa atividade para conduzir à definição de limite. Nesse contexto, esse autor comenta que os primeiros exemplos são simples e refletem, sobretudo uma atitude em relação a encontrar resultados numéricos e deles inferir resultados qualitativos.

Numa atividade como essa o aluno pode participar ativamente nos cálculos e dos resultados encontrados, fazendo conjecturas, previsões. Da maneira como o assunto foi apresentado pelo professor, o aluno foi um mero expectador que repetirá o procedimento usando a fórmula.

Os professores de matemática, às vezes, querem apresentar primeiro tudo para o aluno e depois o aluno só terá o trabalho de aplicar o que o professor apresentou. No caso específico dessa aula, o objetivo foi mostrar aos alunos como obter a soma dos infinitos termos de uma PG através do uso de uma fórmula.

As aplicações de fórmulas, regras e os cálculos têm um peso muito grande dentro do ensino da matemática. E mudar isso não é tão simples, pois em muitos casos é mais fácil para o professor apresentar o conteúdo da forma pronta como aparece nos livros e ao aluno cabe apenas a tarefa de repetir o que o professor ensinou. Por outro lado, fazer com que o aluno tente chegar ao resultado sem necessariamente conhecer uma fórmula ou uma regra, permite que ele faça conjecturas, teste hipóteses e, tendo como ferramenta de apoio a calculadora, pode haver resultados mais significativos em termos de aprendizagem.

Nesse sentido, Silva (1989) coloca que a realização de algoritmos com lápis e papel podem ter uma função importante na compreensão de conceitos envolvidos, porém a sua prática repetitiva dificilmente acrescenta algo a essa compreensão. Enquanto que a calculadora ao estar disponível pra a realização dos cálculos necessários, possibilita o desenvolvimento de capacidades de abstração, cálculo mental, que a todo o momento são requeridas por outros objetivos da Matemática.

No caso específico do assunto soma dos termos de uma PG infinita, a presença da calculadora enriquece os conceitos de número, de sucessão, convergência.

**3ª observação: Dia 13/06/2005**

Prof. Ney – 4ª aula do período da manhã – 2ª série do ensino médio.

Ao entrar na sala o professor cumprimentou os alunos e não fez qualquer comentário sobre minha presença na sala. A primeira pergunta feita aos alunos foi: 'nós paramos onde foi?'. E ele se dirigiu à carteira de uma aluna e, conferindo no caderno dela, descobriu onde havia parado com a matéria.

Sem fazer mais comentários passou no quadro a definição da matriz inversa, alheio ao que os alunos faziam em sala.

Apresentou as matrizes  $A = \begin{bmatrix} 8 & -2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$  e  $B = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & -1 \\ \frac{3}{2} & -4 \end{bmatrix}$  efetuando a multiplicação de A

por B que resultou na matriz identidade. Enquanto ele fazia os cálculos não falava nada e não se dirigia aos alunos. Depois que ele efetuou os cálculos, começou a explicar o que havia feito e com qual objetivo, que era o de mostrar que as matrizes A e B eram inversas uma da outra, pois seu produto resultava na matriz identidade. Feito isso, não se dirigiu aos alunos na tentativa de saber se haviam compreendido ou não, e já foi apresentando o 2º exemplo que era para determinar a matriz inversa da matriz  $A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$ .

Nesse caso, partindo da definição e usando sistemas de equações ele encontrou a inversa de A. Na resolução desse exemplo ele fazia as explicações na medida que fazia os cálculos. Terminado esse exemplo ele comentou: 'normalmente o problema vai ser determinar a matriz inversa'. Em seguida passou um exercício que era para determinar a matriz inversa. Terminou a aula com a chamada dos alunos por seus números.

**Comentários**

O primeiro comentário é em relação à primeira pergunta feita pelo professor: onde paramos? Duas possíveis interpretações: o professor não lembra onde parou com o conteúdo naquela turma na aula anterior (esse professor têm varias turmas

nessa escola e ainda dá aulas em outra escola) ou quer verificar se seus alunos estão acompanhando devidamente suas aulas.

Outro comentário que pode ser feito é em relação ao fato de ele primeiro passar todo conteúdo no quadro para depois explicar o assunto. Talvez fosse mais produtivo apresentar o assunto enquanto vai escrevendo no quadro, fazendo com que os alunos participem, exponham suas dúvidas.

A maneira como ele apresentou o conteúdo pode ser classificada como tradicional, de acordo com o dito por Carrillo e Contreras (1995) e apresentado no capítulo dois deste trabalho. Para eles, a tendência tradicional é caracterizada como aquela segundo a qual as aulas são desenvolvidas a partir da fala do professor ao que segue uma listagem de exercícios-tipo. A exposição é, por excelência, a técnica utilizada e o livro texto é seu único apoio; os conteúdos são os conceitos; os enunciados têm caráter terminal; o professor segue a programação previamente estabelecida; não há relação entre os tópicos apresentados; o objetivo – exclusivo – é a aquisição de conceitos e regras, com finalidade puramente informativa. O que me chamou a atenção foi o fato de ele primeiro passar todo o assunto no quadro e depois tentar explicar, sem perguntar aos alunos se estavam entendendo ou não. Pelo que eu pude perceber, poucos entenderam, e até mesmo, poucos anotaram o que ele passou no quadro. Considerando, a minha experiência em relação ao conteúdo apresentado nessa aula, penso que o professor deveria ter explorado mais exemplos.

Em nenhum momento ele acenou para o uso da calculadora, e ela poderia ser uma ferramenta útil num processo de encontrar a matriz inversa por tentativas, em vez de se usar imediatamente sistemas lineares.

Quando o professor coloca que ‘normalmente o problema vai ser determinar a matriz inversa’, o termo problema não foi usado adequadamente. De acordo com Lester (1983) citado por Pozo (1998, p. 15), problema é uma situação que um indivíduo quer ou precisa resolver e para o qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução.

No caso específico de determinar a matriz inversa a situação é apenas um exercício em que se usarão sistemas lineares na resolução.

**4ª observação: Dia 10/11/2005**

Prof. Henrique – 2ª série do ensino médio – 2ª aula da noite

Depois de ter feito as observações iniciais e a entrevista com os dois professores, pedi a eles que preparassem uma aula onde a calculadora fosse efetivamente utilizada. Apenas o professor Henrique atendeu esse pedido. Ele entrou em contato e marcamos a observação da aula que ele havia preparado.

Essa aula foi realizada no dia 10 de novembro de 2005, numa quinta-feira à noite. A série escolhida pelo professor foi a 2ª do ensino médio. Era a segunda aula da noite. Ao chegar na sala ele cumprimentou os alunos e, como já havíamos feito uma observação da aula nessa turma, não houve necessidade de apresentação. Ele iniciou a aula lembrando aos alunos do que ocorreria nela conforme combinado anteriormente. O professor preparou uma folha impressa (anexo 1) e entregou uma cópia para cada aluno. Na folha havia oito exercícios, sendo que sete deles envolviam situações com proporções e transformação de unidades de medidas e o exercício de número oito era de substituição, onde eram dados dois polinômios e pedia-se o valor numérico do polinômio para um determinado valor dado.

Ele começou lendo cada um dos exercícios e fazendo uma pequena correção no primeiro. Quando chegou no exercício de número oito, comentou: "questão de substituição". Outro comentário feito por ele ao final da leitura foi o seguinte: "são questões de interpretação, raciocínio lógico e uso da calculadora". Depois disse que metade da aula seria usada para a resolução e a outra metade para a correção. Os alunos conversavam pouco e faziam a atividade proposta. Nessa aula estavam presentes 22 alunos, dos quais 12 tinham uma calculadora. Essa calculadora tinha apenas as operações básicas (soma, subtração, multiplicação, divisão e raiz quadrada). Alguns alunos começaram resolvendo o exercício de número oito. Num determinado momento da aula um aluno comentou: "tô cansado de fazê conta", referindo-se ao trabalho de realizar inúmeras operações sem o auxílio da calculadora. O professor foi questionado se no exercício de número seis não estava faltando nenhum dado. Ele percebeu que realmente faltava um dado que foi acrescentado. Depois de ter feito a correção, comentou: "façam a continha direitinho".

Como o assunto da atividade proposta não é específico para o ensino médio, apesar de ser necessário para o desenvolvimento de vários conteúdos, perguntamos

ao professor que assunto ele estava trabalhando com os alunos. Respondeu-me que havia terminado sistemas lineares.

Faltando 20 minutos para terminar a aula ele começou a fazer a correção. Nenhum dos alunos conseguiu resolver todos os problemas propostos.

## **Comentários**

Os exercícios propostos pelo professor envolviam proporções, cujo processo de resolução mais usado é a regra de três simples, transformação de unidades de comprimento, tempo e massa. No exercício oito proposto na folha, aparece uma questão de substituição, onde a tarefa é apenas substituir as incógnitas pelos valores propostos e realizar as operações indicadas. Os conteúdos envolvidos nos exercícios propostos são desenvolvidos no ensino fundamental, de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries. Apesar desses conteúdos estarem relacionados a alguns conteúdos do ensino médio, esperávamos que a atividade proposta estivesse inserida dentro de algum conteúdo específico do ensino médio, no cronograma do bimestre.

A maioria dos alunos resolveu os exercícios que envolviam proporções usando o algoritmo da regra de três simples que é bastante usado também em química, física, etc. As questões propostas não podem ser caracterizadas como problemas, pois os alunos sabiam qual recurso utilizar para resolvê-los. O professor Henrique denominou a atividade como 'questões para a utilização da calculadora'. Pensamos que ele escolheu esses exercícios por envolverem inúmeros cálculos com números relativamente 'trabalhosos'. Nos exercícios de 1 a 7, o aluno precisava montar uma ou mais proporções, e em alguns casos, era necessário uma transformação de unidades de medidas.

Nessa atividade, a calculadora entra como o instrumento que permitirá ao aluno dedicar-se ao processo de resolução, não se preocupando com os cálculos, as operações. A calculadora permite que sejam resolvidos mais exercícios, com maior eficiência, permitindo que os resultados encontrados sejam avaliados e verificados novamente se necessário. Sem a calculadora, perder-se-ia muito tempo com os cálculos, além do que diminuiria a confiança do aluno em relação aos resultados encontrados.

Para corrigir os exercícios o professor valeu-se também muito da regra de três simples, onde se monta uma proporção em que um dos termos é desconhecido

e aplica-se a propriedade fundamental da proporção: o produto dos meios é igual ao produto dos extremos. Para resolver a primeira atividade da lista ele fez uma leitura cuidadosa chamando a atenção para os dados do exercício em seguida montou proporção abaixo:

$$\begin{array}{l} 3 \longrightarrow 1 \\ x \longrightarrow 80 \end{array}$$

A idéia que o professor queria transmitir era : 3mg de remédio para cada 1 kg de massa corporal, portanto quantos mg seriam necessários para 80 kg? Na realidade a proporção não foi devidamente montada, porém como o procedimento é conhecido dos alunos e eles são induzidos a multiplicar cruzado ( x vezes 1 é igual a 80 vezes 3), os alunos acabam fazendo sem haver a discussão de proporcionalidade entre as grandezas envolvidas.

Novamente, insisto no problema de ensinarmos a nossos alunos as maneiras de fazer algo sem saber porque, ou se existem maneiras diferentes de fazê-lo. As regras e os algoritmos são importantes dentro da Matemática, porém a compreensão dos conceitos é também muito importante.

O professor continuou corrigindo os exercícios da mesma forma, sempre convidando os alunos a participarem ativamente da correção através de sugestões e também apresentando o resultado das operações envolvidas. Ele conseguiu fazer a correção de quatro exercícios.

A calculadora nessa aula não foi usada para explorar algum conceito. Ela atendeu as necessidades de cálculo, diminuindo o tempo de resolução de cada exercício, permitindo que mais exercícios fossem resolvidos.

## ENTREVISTA

Um dos procedimentos de pesquisa utilizada na pesquisa foi a entrevista. De acordo Mazzotti & Gewandsznajder (2002, p.168), “a entrevista permite tratar de temas complexos que dificilmente poderiam ser investigados adequadamente através de questionários, explorando-os em profundidade”. Nesse sentido, optamos por fazer uma entrevista com os dois professores colaboradores desta pesquisa. Além da entrevista, foram feitas observações das aulas destes dois professores.

Sobre vantagens e desvantagens da entrevista, vejamos alguns comentários feitos por Cury<sup>15</sup> (1994, p.103):

A entrevista apresenta vantagens e desvantagens. Taylor e Bogdan (1986), bem como Haguette (1990), citam vieses que podem ter origem no entrevistador, no entrevistado ou na interação entre eles. Sendo uma **conversa entre iguais**, a entrevista pode produzir as mesmas distorções que caracterizam a conversação normal, tais como exageros e omissões. Os entrevistados podem estar receosos de se verem expostos, se não perante a sua comunidade, pelo menos perante o próprio entrevistador que, no caso do presente trabalho, é um colega de profissão.

Além disso, as pessoas falam e agem de maneira diferente, em situações diferentes. Não se pode garantir que as mesmas perguntas, feitas pelo mesmo entrevistador ao mesmo entrevistado, não teriam respostas diferentes em outro momento, quando outros fatores, das mais diversas origens, pudessem tê-los influenciado.

Apesar dessas desvantagens, acreditamos, como PATTON (1986, p.196), que “entrevistamos pessoas para extrair delas aquelas coisas que não podemos observar diretamente”.As vantagens, portanto, superam os possíveis problemas.

As entrevistas podem ser do tipo estruturada, semi-estruturada ou não-estruturada, dependendo da liberdade do pesquisado durante a entrevista. Na entrevista estruturada, há um roteiro com perguntas predeterminadas, em que o pesquisador deve segui-lo numa mesma ordem e sem alterações durante todas as entrevistas, visando a obter informações uniformes entre os entrevistados, que podem ser comparadas, e, muitas vezes, analisadas estatisticamente. Na entrevista não-estruturada, o pesquisador tem total liberdade de percurso, e não faz uso de nenhum tipo de roteiro. Já as entrevistas do tipo semi-estruturadas contam com a utilização de um roteiro que possibilita adaptações convenientes, uma vez que cada entrevista é única no sentido de que respeita a individualidade dos entrevistados.

A entrevista que realizamos não segue nenhum desses modelos apresentados, apesar de ter características de algumas delas. O modelo de entrevista utilizado em nossa pesquisa foi sugerido pela leitura de Vianna (2000),

---

<sup>15</sup> Nesse trecho de Cury há outros autores que foram citadas por ela na sua tese de doutorado. As palavras em negrito estão de acordo com o original.

que desenvolve uma forma original de conduzir as entrevistas, minimizando o número de perguntas feitas pelo pesquisador e salientando as “escolhas” feitas pelo entrevistado dentre um número de palavras ‘chave” disponibilizadas a ele. Desse modo, a entrevista foi realizada da seguinte forma: foram escolhidas algumas palavras (temas) que foram recortadas em forma de fichas. Essas palavras foram sugeridas pelo pesquisador e também pelo orientador, e depois de discutidas foram selecionadas por serem adequadas à proposta do trabalho. As fichas foram colocadas sobre uma mesa de forma aleatória e o entrevistado foi orientado no início da entrevista a falar sobre as palavras que achasse conveniente e em qualquer ordem. As entrevistas foram gravadas em vídeo, sendo o próprio entrevistador o responsável pela gravação. O professor entrevistado ficou de um lado da mesa, no outro o entrevistado e sobre a mesa as fichas. O entrevistador pede ao entrevistado que comece a falar sobre as palavras colocadas nas fichas e a entrevista termina quando o entrevistado achar conveniente. O entrevistador não faz nenhum comentário durante a entrevista.

As palavras escolhidas, e que foram transcritas nas fichas, estão especificadas abaixo, bem como as possíveis relações com o tema calculadoras.

**Geometria:** Essa palavra foi escolhida, pois o assunto parece estar pouco relacionado ao uso das calculadoras.

**Trigonometria:** é bem provável que essa palavra seja escolhida pelos entrevistados. A intenção é saber o que da trigonometria pode ser explorado e investigado com o uso das calculadoras.

**Raciocínio:** a matemática foi por muito tempo associada à ciência que desenvolve o raciocínio. O objetivo é tentar perceber na opinião dos professores se a presença da calculadora ajuda ou atrapalha o desenvolvimento do raciocínio.

**Habilidade de cálculo:** a matemática deve estar centrada no cálculo? Ter maior ou menor habilidade de cálculo, dominar as operações básicas fazem diferença quando se usa a calculadora?

**Calculadora:** é claro que essa palavra não poderia ficar fora da discussão. Em que momentos e situações ela é usada?

**Cotidiano:** os problemas trazidos do cotidiano, que envolvem a realidade, que são frutos de mensuração, nem sempre trazem medidas exatas, números simples de serem trabalhados e é nesses casos que a calculadora é uma grande aliada.

**Resolução de problemas:** resolver problemas com a ajuda da calculadora dá maior confiança ao aluno, ganha-se tempo com os cálculos que pode ser aproveitado na discussão de estratégias e resultados.

**Avaliação:** é possível que ela seja apenas encarada como uma “prova”. Mesmo assim, verificar-se o posicionamento do professor quanto ao uso da calculadora nos momentos de avaliação.

**Professor de Matemática, prática de sala de aula:** como as atividades são conduzidas para o melhor aproveitamento desse recurso.

**Professor de Matemática, formação superior:** a formação do professor reflete-se na sala de aula? Se durante sua formação ele não entra em contato com a calculadora, ou se não teve a oportunidade de discutir o seu uso e como fazê-lo, será que na sua atividade como professor ele poderá desenvolver um trabalho adequado?

**Meios eletrônicos e educação:** os meios eletrônicos como a TV, o computador e a própria calculadora fazem parte do cotidiano de muitos dos alunos. Será que esses instrumentos podem e são aproveitados de forma adequada no processo de ensino aprendizagem?

**Séries iniciais:** como os professores vêem a utilização das calculadoras nas séries iniciais do ensino fundamental. É possível usá-las?

**Ensino médio:** em quais fatos se fundamenta a permissão do uso da calculadora nesse estágio do ensino?

Cada uma dessas palavras ou conjunto de palavras foi impressa dentro de um quadro e recortada na forma de fichas. As fichas foram distribuídas de forma aleatória sobre uma mesa na frente do entrevistado que falava sobre qual delas quisesse e o que quisesse.

Abaixo um modelo de um dos conjuntos de palavras, no tamanho que foi apresentado aos colaboradores entrevistados.

**PROFESSOR DE MATEMÁTICA  
FORMAÇÃO SUPERIOR**

## **Entrevista 01 – *Transcrições e comentários* – Prof. Henrique**

Entrevistador: Prof. Henrique, você concorda em participar da minha entrevista sobre o uso da calculadora no ensino médio?

Prof. Henrique: Eu concordo.

Entrevistador: Então fique à vontade para falar a respeito das palavras que foram colocadas sobre a mesa.

Prof. Henrique: Ok! Destas palavras que estão contidas sobre esta mesa, é ... iniciarei falando sobre séries iniciais. Particularmente, eu sou formado, eu tenho formação, a nível de ensino médio, magistério. Eu não concordo sobre a utilização de calculadoras nas séries iniciais, porque eu acho que não permitiria o aluno a conhecer melhor as operações básicas e..., isso não traria bons resultados na ..., no próprio ensino fundamental, mais a nível de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> e posterior no ensino médio.

(parou para pensar olhando para as palavras que estavam sobre a mesa)

Agora, avaliação. Vou falar um pouquinho da avaliação. Em relação à utilização de calculadora nas avaliações, provas em sala de aula. Eu, como professor de ensino médio permito que o aluno utilize a calculadora pois já a nível de ensino médio ele deve ter um total domínio das operações básicas e que, uma prova de várias questões permite que ele realize a resolução dos problemas, a resolução das atividades que são propostas em um curto espaço de tempo, já que uma aula tem dentre 45 min a 50 min, em alguns colégios varia de 45 min a 50 min, aqui no colégio que eu trabalho são 50 min.

Cotidiano. É a calculadora é colocada como um princípio simples que permite que, não só o aluno utilize a calculadora mas sim, é ... as pessoas no geral utilizem esse equipamento, mas quando bem trabalhado e passado coisas a respeito dela na escola ela possa utilizar desde... é a fazer uma compra no mercado até a utilização da mesma num aparelho de computador.

(parou para pensar)

Vou falar a respeito de trigonometria. Para que o aluno não utilize as tradicionais tabelas e fique puxando aquela coisa toda, aquelas folhas para acompanhar seno, cosseno, tangente, etc e quando são os ângulos elementares: 45, 30 e 60 que ele

na maioria das vezes ele tem que saber já que num concurso vestibular e em qualquer outro tipo de concurso, no ENEM, ele tem que saber pelo menos esses, de cor, é ..., para que ele não fique puxando aquelas tradicionais tabelas e na calculadora ele já pode, ele mesmo, encontrar os valores para que depois de trabalhados encontrar os tradicionais significados, através das definições e exemplos em sala de aula.

É ... No ensino médio, como já citei, eu permito a utilização desse equipamento nas avaliações e, acompanho antes, nas atividades pré-avaliativas, é o uso e o uso correto das calculadoras, então, por exemplo, se eu tivesse trabalhando é, o conteúdo trigonometria, é ..., encontrar o valor do seno, o valor aproximado, eu acompanho e explico alguma coisa já que a utilização da calculadora científica é imprescindível para encontrar o valor do seno, cosseno, tangente. É ... de alguns valores.

É ... Professor de matemática: prática de sala de aula. Acho que como estamos falando aqui, da utilização de uma calculadora, como falei anteriormente, é eu procuro acompanhar e esclarecer algumas dúvidas, já que não é um equipamento tão sofisticado, pelo menos aquele que a maioria dos alunos de escola pública têm, procuro esclarecer algumas dúvidas que alguns alunos têm, já, digamos, se for um equipamento muito avançado, se eu souber, também procuro esclarecer, se não eu procuro manuais, já que algumas calculadoras são mais avançadas, como por exemplo uma 49 G, científica mais avançada, eu procuro os manuais e procuro esclarecer, tanto as minhas dúvidas, pra poder repassar as dúvidas para o aluno.

É .... resolução de problemas. Muitas vezes, alguns problemas não requerem a utilização direta de calculadoras e sim a interpretação, então ..., isso não cabe ao professor dizer ao aluno: esse exercício você pode, esse exercício você não deve utilizar a calculadora e sim, ele mesmo por autonomia dele, observar e saber o momento correto de usar a calculadora, pois apenas a calculadora é um objeto de manuseio, cabe sim a ele, interpretar e saber resolvê-lo. Esse é o paradigma atual: o aluno saber interpretar e resolver, encontrar o 'xis' da questão.

Meios eletrônicos em educação. Particularmente, em matemática, é claro que existem vários softwares é, no nosso meio, mas o mais barato, digamos meio eletrônico seria a calculadora, pelo menos é, o mais acessível na nossa área, então digamos, depois que o aluno aprender o básico em matemática, entre aspas, ele saber as operações soma, subtração, divisão e multiplicação, no ensino médio ou

até nas séries finais do ensino fundamental, pelo menos eu, já permito que o aluno utilize desse equipamento. É claro que nas séries finais da educação fundamental eu permito ele usar apenas nas atividades de sala, nas avaliações eu não permito. Eu permito apenas que ele utilize a calculadora na atividade de sala, já na avaliação eu só permito no ensino médio.

É .... Habilidade de cálculo. É claro que, em relação a alguns alunos, isso difere muito, têm alguns alunos que têm a maior rapidez até nem precisam de fazer é ... uma conta de, tipo uma operação multiplicação, podem fazer de cabeça, encontrar o valor, o resultado sem precisar a utilização da calculadora, já outros ficam ... tímidos e procuram encontrar o valor , da resposta, procuram encontrar o valor da resposta já com o auxílio da calculadora. É claro que isso aí, digamos, varia de aluno pra aluno, de escola pra escola, às vezes alguns alunos já trazem o utensílio, a calculadora de outros colégios, ou vêm transferidos de outros colégios onde era permitido o uso da calculadora e procuram ao máximo utilizar desse equipamento para encontrar o valor, às vezes não exigem de si mesmo, é ... acho que ficou um pouco confuso essa minha última idéia. O que eu quero dizer é o seguinte: que alguns colégios varia a maneira de permitir a utilização desse equipamento, às vezes eles por não ser cobrado tanto deles, eles exigem apenas do equipamento a resposta, eles não exigem de si mesmo.

## **Comentários**

O professor é contra o uso das calculadoras nas séries iniciais fixando-se na importância das operações básicas dizendo que a calculadora “não permitiria conhecer melhor as operações básicas”. É oportuno dizer que se as calculadoras forem usadas para a realização de ‘continhas’, substituindo lápis e papel elas realmente não contribuem em nada. Porém elas podem ser usadas para resolver problemas, para estimular o cálculo mental e inclusive proporcionar uma melhor compreensão das operações.

Talvez uma interpretação possível para o fato de o professor não concordar com o uso da calculadora nas séries iniciais seja de que os alunos devem saber primeiro realizar as operações básicas para depois utilizarem a calculadora. Esse argumento pode ser encontrado na pesquisa realizada por Mocrosky (1997) onde alguns dos professores entrevistados disseram que, para que a calculadora seja

utilizada nas aulas de Matemática, é preciso que os alunos saibam as operações básicas e a tabuada. É um argumento interessante, porém a calculadora pode ser explorada conjuntamente, ou pelo menos em alguns momentos, na resolução de problemas onde o cálculo não seja a prioridade, para desenvolver conceitos e não apenas como substituto do cálculo manuscrito. E o que ocorrerá com o aluno que não domina as operações básicas ao resolver um exercício ou um problema se não for permitido o uso da calculadora? Por mais que ele saiba como resolvê-lo, talvez não chegue à resposta pois não domina as operações básicas. Nesse caso, a calculadora pode suprir essa deficiência permitindo que resolva adequadamente a atividade proposta. Nesse caso, alguns professores poderiam argumentar sobre a dependência em relação à calculadora. Pensamos que seja melhor o aluno conseguir resolver o problema, discutindo hipóteses e soluções encontradas, do que simplesmente não chegar a nenhuma resposta por não saber fazer as contas.

Ao falar sobre avaliação, tem-se a impressão de que ele se restringe apenas às provas ou às atividades que resultarão na nota do aluno. E sabe-se que a avaliação é um processo complexo que envolve todo sistema de ensino-aprendizagem. Mas mesmo referindo-se à prova, o professor justifica a utilização das calculadoras no fato de reduzir o tempo de resolução das atividades em função da duração de uma aula. Aí tem-se um fator positivo: a utilização da calculadora reduz o tempo gasto com os cálculos e esse tempo que sobra pode ser aproveitado para pensar-se nas estratégias e soluções encontradas.

Esse argumento vai ao encontro da discussão levantada pela pesquisadora Reys (1989) que é o uso da calculadora como ferramenta de cálculo proporcionando a professores e estudantes o tempo necessário para focar o esforço e a concentração dos estudantes na compreensão conceitual e no pensamento crítico.

Usar a calculadora em trigonometria foi comentado por ele, como uma substituição ao uso das tabelas das razões trigonométricas, exceção feita aos ângulo notáveis ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$ ) que o aluno tem que saber em virtude dos concursos. Tem-se a impressão que a calculadora poderia ser usada como meio de exploração das definições das razões trigonométricas: “encontrar os valores para que depois de trabalhados encontrar os tradicionais significados através das definições e exemplos em sala de aula”. Se o professor faz isso nas aulas de trigonometria não se sabe, pois não foi observado nas ocasiões em que assisti suas aulas.

Referindo-se ao ensino médio ele coloca novamente sua posição a favor do uso da calculadora e enfatiza a trigonometria mencionando inclusive a calculadora científica, mas não sei quantos alunos têm condições de comprar uma calculadora científica considerando a realidade sócio-econômica da região onde está localizada a escola e também não sei até que ponto os alunos são estimulados a comprarem este equipamento.

Mencionando o trabalho do professor em sala de aula diante da possibilidade do uso da calculadora ele coloca-se como 'esclarecedor' de dúvidas, inclusive pesquisando nos manuais das calculadoras para fazê-lo. Essa postura mostra uma preocupação de se usar a calculadora de forma eficiente, conhecendo suas possibilidades e limitações. De acordo com Coelho(1990), quando pretendemos tratar um assunto com a máquina de calcular devemos primeiro perguntar: - Que capacidades e limitações tem a minha calculadora? – Ao elaborar o trabalho nunca devemos esquecer estes dois parâmetros.

Em relação à resolução de problemas ele dá grande valor à interpretação dos mesmos para depois resolvê-los. Também coloca que alguns problemas não precisam ser resolvidos com o uso da calculadora e fala até em autonomia do aluno saber quando deve usá-la. Talvez a questão não seja simplesmente isso, mas sim como as calculadoras podem ajudar a resolver problemas possibilitando tentativas, discussões de alternativas que possam levar à solução e não simplesmente a aplicação de uma fórmula ou um algoritmo já conhecido.

Nessa perspectiva de resolução de problemas, Silva (1989) defende que ao mesmo tempo que permite a descoberta, construção e valorização da Matemática, a resolução de problemas representa um espaço de mobilização de diferentes saberes e aprendizagens sendo paralelamente uma metodologia de trabalho possibilitadora do desenvolvimento de capacidades e atitudes formativas face à Matemática e face à vida.

Também sobre a resolução de problemas, Matos (1985, apud Oliveira, 1999, p. 22) afirma que na resolução de problemas, a calculadora liberta o alunos dos cálculos rotineiros e direciona a atenção para o processo de resolução, permitindo que sejam utilizados dados reais recolhidos pelos próprios alunos. A utilização criteriosa da calculadora nas aulas de Matemática, apoiada em materiais didáticos dirigidos, pode conduzir os alunos à elaboração de conceitos e até mesmo à compreensão e desenvolvimento de algoritmos.

Ao referir-se aos meios eletrônicos ele começa mencionando os softwares, que necessitariam para sua utilização um computador e a escola não dispõe de um laboratório de informática. Porém ele fala que o meio eletrônico mais barato é a calculadora e esse é um fator que deve ser considerado principalmente para rede pública, além da vantagem de não necessitar de uma sala especial. Novamente, ele insiste e dá ênfase às operações básicas: soma, subtração, multiplicação e divisão e a utilização da calculadora somente no final do ensino fundamental e no ensino médio.

A habilidade de cálculo é comentada por ele como algo que varia de aluno para aluno. Alguns efetuam mentalmente operações que outros só conseguiriam realizar com lápis e papel ou com o uso da calculadora. Nesse contexto, a calculadora poderia colaborar com aqueles que tem mais dificuldades e fazer com que ganhem confiança na resolução das atividades propostas e não se sintam intimidados a resolver as atividades em função da sua menor habilidade em realizar os cálculos.

O professor não fez menção às palavras: Geometria e Raciocínio. A geometria é uma parte da matemática que por envolver medidas e formas, entre outras coisas, poderia ser explorada fazendo relações com outras áreas da matemática como o estudo das funções, a trigonometria e, aliado a isso, o uso da calculadora como instrumento para verificar relações, determinar medidas de forma rápida e segura.

O raciocínio é extremamente importante em todas as áreas do conhecimento. O que se esperava é que o professor fizesse algum tipo de comentário se o uso da calculadora viesse a interferir ou não no raciocínio do aluno.

**Entrevista 02 – Transcrições e comentários – Prof. Ney**

Entrevistador: Prof. Ney, o senhor concorda em participar da minha pesquisa sobre o uso da calculadora no ensino médio?

Prof. Ney: Tranquilo, concordo.

Entrevistador: Então fique à vontade e fale o que o senhor achar melhor.

Prof. Ney: Bom ... é .... Como sua proposta é fazer um estudo da aplicação das calculadoras no ensino médio, é a gente não pode deixar de falar na grande revolução do meio eletrônico na educação. A internet tem proporcionado uma maior, uma maior visão em todas as áreas do conhecimento né, e isso não vem à toa né, os alunos hoje é, essa, essa garotada não importa em que série esteja, eles estão muito ligados é, não só pelo conhecimento em si né, mas pela busca do conhecimento específico, de disciplinas, mas também é, pelo fato da internet ser hoje um meio de comunicação fantástico, de troca de mensagens, de, de, de,... de e-mails, bate presencial via webcâmera, coisas assim, e isso tem chegado também na educação, embora tenha chegado um pouco antes dessas, as calculadoras e ... de alguma maneira até os próprios computadores né ... E isso é coisa que a gente não pode deixar de levar em consideração é ....tendo em vista, que tá no nosso meio, tá no cotidiano é ... é .... a garotada na série inicial, no ensino fundamental, elas têm uma curiosidade maior, até porque eles no início da aprendizagem, de usar toda essa parafernália de computador, de máquina de calcular, jogos eletrônicos e etc.... Agora, e isso faz parte da vida dele, não tem mais como evitar isso, isso é uma coisa que veio para ficar e ... o grande problema é uma aplicação da calculadora, o uso exacerbado disso né. E, a gente tem visto, como professor, principalmente quando chega ao 2º grau né, a desinformação que os alunos têm a respeito do conteúdo da tabuada, ou seja, eles estão muito, mas muito viciados em usar a calculadora, né. Se você perguntar a um aluno qualquer, uma multiplicação, uma multiplicação de dois números, eles não sabem de bate-pronto, eles pensam e não sabem e isso em nível de 2º grau. Exatamente porque toda a vida ele usou a calculadora como, como instrumento permanente de aplicação de cálculo e isso reflete muito no ensino do 2º grau né, quando nós temos alunos aí do 1º, 2º e até do 3º ano com dificuldades

muito grandes de fazer operações básicas exatamente porque não têm conhecimento nas principais operações, principalmente nessa parte de operações com sinais e isso causa um certo problema, embaraço... e mais ainda é ... na parte de potências e raízes, é eles é ... hoje dificilmente se você pedir a um aluno pra extrair uma raiz quadrada de um número dificilmente ele saberá porque só tem feito isso através da calculadora, que como eu disse é uma coisa que veio para ficar, bem taí, tá disponível, mas o conhecimento em si, eu acho que de o aluno saber a metodologia como calcular, acho isso fundamental, pra até soluções de outros problemas né ... porque isso faz com que é ... exercitar o conhecimento, a aprendizagem é ..., eu acho que proporciona uma bom raciocínio, novas linhas de raciocínio é, ... Isso que é importante no estudo da matemática, é o aluno ele ter condições de resolver problemas, partindo dele mesmo, pra ele calcular..., encontrar soluções de seus problemas no cotidiano, ou seja, aplicar na prática aquilo que ele tem aprendido na sala de aula com os professores é ... Na resolução de problemas, quando lhe são apresentados problemas, normalmente é ... como se diz a ... os problemas se tornam maiores do que o proposto exatamente por isso né ... porque sem uma calculadora próxima é ... e .... muitas vezes, até a compreensão da resolução do problema, pra começar a entender quais são os passos que ele deve tomar, isso, isso não está na calculadora né... isso tem que ... são artifícios que deve, ele mesmo deve gerar, ele deve, deve saber como fazer isso né... e ter habilidades de cálculos, primeiro cálculos básicos que na sua grande maioria não têm ... Eu não sou contra ao uso da calculadora até porque o período de tempo que eles para resolver uma, uma ... questões, avaliação, é um tempo limitado e isso ajuda na velocidade da execução, mas eu também gosto de cobrar que ele tenha conhecimento é... que ele saiba, até porque às vezes as contas são pequenas e se ele errar o cálculo ele sabe mais ou menos se ele errou ou não, não ficar totalmente dependente do cálculo da calculadora né. Ele tem que ter um pouco de habilidade de cálculo é... E isso, a gente, no decorrer do dia-a-dia, na vivência do professor, né... o professor tem que ter o bom senso de saber a hora de cobrar é ... o uso da calculadora e a hora de não permitir, na hora de permitir e na hora de não permitir, pra que ele também faça os seus exercícios de né ... intelecto, ele pense, porque não é só o cálculo, ele... como eu falei, ele tem que ter raciocínio, pra levar, pra chegar a caminhos que possam solucionar o problema.

Com respeito às avaliações, normalmente há turmas que eu permito usar a calculadora e há turmas que eu não permito né..., ou seja, porque quando a turma que você percebe que a turma tem um conhecimento..., abrangente sobre as operações, você pode até permitir né ..., porque é só uma questão de... de tornar a avaliação mais fácil, ou seja, em termos de tempo, ou seja, dá condições que se faça a prova num determinado tempo, com rapidez, com segurança maior. Mas, se eles têm conhecimento. Mas já outras turmas, a gente não permite exatamente por isso, pra forçar que eles tenham esse conhecimento, esse conhecimento tem que ser adquirido é ..., no dia-a-dia, na prática, ou seja, a matemática sem a prática, sem o exercício, você não consegue compreender e resolver nenhum problema. Eu acho que a respeito disso é..., é mais ou menos isso que a gente tinha que falar, especificamente é..., quando você usa seno, cosseno, né...Especificamente na trigonometria, às vezes a gente permite, até porque às vezes têm funções bastante é... que cobram bastante conhecimento que é valores: seno, cosseno, tangente, cotangente, que às vezes você permite e... eu acho que, basicamente, é isso tem que prevalecer sempre o bom senso do professor, embora o aluno tenha que saber cobrar, saber também permitir porque isso é uma coisa que veio para ficar, não tem como dizer que não, que não permitir, eu acho que é isso também é .... Uma posição que não constrói é .... Eu acho que nós temos um mundo em que isso veio para ficar, é permanente, tem que incentivar até que use mais é ... Mas desde que também tenha um conhecimento básico, como fazer, como usar.

## **Comentários**

O professor começa falando sobre a “grande revolução do meio eletrônico na educação” dizendo que os meios eletrônicos fazem parte da realidade do aluno e eles sempre estão informados sobre a existência deles e boa parte deles já usam.

A curiosidade é citada como estimulador para o uso desses meios eletrônicos e aí vemos como a curiosidade aliada ao uso da calculadora poderia ser explorada para tirar muitos alunos da apatia em relação à Matemática e melhorar seu rendimento em sala de aula.

Para Guttenberg (1991, p.65), a calculadora pode ajudar a melhorar a atitude dos alunos diante da aritmética, visto que os capacita a realizar cálculos relacionados com a vida real e permite trabalhar números grandes e pequenos,

pode-se ainda explorar propriedades dos números, formular hipóteses, bem como desenvolver habilidades de estimação e aproximação.

A tríade calculadora/ curiosidade/ problemas do cotidiano pode possibilitar um maior interesse dos alunos, maior compreensão e aprendizagem dos conteúdos propostos. A idéia é interessante, porém exige planejamento de atividades que vão além da simples utilização de um livro didático.

O uso da calculadora de forma “exacerbada” é visto pelo professor como um problema por acarretar dificuldades nas operações básicas, no domínio da tabuada. Ele chega a mencionar que “eles estão muito, mas muito viciados em usar calculadora”. Teríamos aqui um novo tipo de vício, mas será que é prejudicial usar demais a calculadora? Nota-se uma preocupação grande com o domínio das operações básicas, dentro de uma Matemática voltada para o cálculo.

Não se deseja acabar com o cálculo, porém é preciso que haja bom senso e perceba-se que a Matemática não são apenas cálculos. Nesse sentido Ponte(1989) coloca que o uso das calculadoras não anuncia o fim do cálculo, mas implica que o cálculo seja encarado de uma outra maneira. Estimula novas formas de trabalhar favorecendo uma atitude mais prática e experimental na Matemática.

O professor entrevistado comenta das dificuldades que os alunos têm com potências e raízes e diz que são poucos aqueles que conseguem extrair uma raiz quadrada sem o uso da calculadora.

Segundo Mocrosky (1997, p.172) se considerarmos a máquina apenas como objeto para realizar as operações, certamente perceberemos o prejuízo que causa para a agilidade de cálculo. Mesmo que num determinado momento a máquina de calcular sirva apenas para resolver continhas, cabe ao professor não trabalhar com cálculos isolados. Se a contextualização for feita e nesse momento a máquina resolver a operação, ao aluno caberá a organização das idéias, decisão nas ações, opção entre as diversas possibilidades de resolução, bem como a reflexão sobre o significado do resultado encontrado.

Se por um lado a calculadora faz com que o aluno perca habilidade de cálculos, por outro lado ela permite suprir dificuldades inerentes às operações e a concentrar-se no processo de resolução.

O professor Ney classifica como importante o aluno “saber a metodologia como calcular... pra até soluções de outros problemas”. Nessa fala percebe-se a preocupação do professor em fazer com que os alunos entendam, compreendam o

processo de como se resolve um determinado problema ou exercício e não simplesmente a resolução em si e conseguir estender essas habilidades para soluções de seus problemas no cotidiano. Percebe-se na fala do professor, que a calculadora pode atrapalhar essa compreensão. Referindo-se à resolução de problemas ele fala que sem a calculadora as dificuldades dos alunos aumentam, porém reconhece que para se chegar à solução de um problema é preciso saber quais são os passos a serem dados e é evidente que isso nenhuma calculadora fará para o aluno. De minha parte, penso que a presença da calculadora na resolução contribuiria na redução do tempo gasto com os cálculos, para testar hipóteses e conjecturas. Ou seja, não a vejo como um instrumento que atrapalha, muito pelo contrário, teria a acrescentar.

O professor, ao falar sobre a avaliação, diz permitir o uso da calculadora nas mesmas como meio de aumentar a 'velocidade de execução' em função do tempo limitado.

A necessidade de dominar as operações básicas é vista pelo professor como importante e ele comenta que o permitir o uso da calculadora pode variar de turma para turma em função dessa maior ou menor habilidade sobre as operações básicas. Ele comenta que o aluno tem que pensar, ter raciocínio "para chegar a caminhos que possam solucionar o problema". A questão que pode ser levantada é até que ponto a calculadora atrapalha ou interfere na resolução de um problema se a mesma é apenas um instrumento de cálculo? E um problema não é apenas uma sucessão de cálculos ou simplesmente a aplicação de uma fórmula. Para resolver qualquer problema, de acordo com Pozo (1998), temos que prestar atenção, recordar, relacionar entre si certos elementos; mas também é verdade que na maioria dos problemas estas habilidades têm que estar numa determinada ordem para que nos levem à meta de resolvê-los.

A trigonometria é um assunto em que, de acordo com o professor, a calculadora pode ser usada nos cálculos das razões trigonométricas.

Ele admite que a calculadora é um instrumento que veio para ficar e seu uso deve ser incentivado aliado ao domínio de conhecimentos básicos de como fazer, de como usar. As palavras que professor Ney não comentou foram: geometria e professor de matemática: formação superior.

As entrevistas e as aulas observadas constituem um conjunto que, em minha opinião e experiência, podem ser considerados representativos daquilo que poderíamos encontrar como prática dos professores da Rede Estadual de Ensino, para além de uma “média”. Ou seja: professores com comportamento muito diferente destes no que diz respeito ao uso da calculadora, com certeza, serão uma minoria. Então, embora a bibliografia disponível seja variada, as propostas curriculares apregoem e insistam... o uso da calculadora não é difundido entre os professores e seria necessário considerar alternativas que pudesse levar à implementação deste uso. Algumas hipóteses e possibilidades... é o que veremos no próximo capítulo, o último desta dissertação.

Assombrados com o mundo recém-descoberto das descontinuidades, passamos a agir e sentir como se não mais houvesse continuidades. Não se trata de optar por um ou outro modelo. No caso da explicação global do mundo, acredito que não é possível obter um esquema generalizante que compreenda o contínuo e o descontínuo e que seja, ao mesmo tempo, aceito como uma explicação racional. Cada indivíduo, vivendo o seu tempo presente, é e representa uma descontinuidade que se desloca e modifica com o próprio passar do tempo, de modo que a “lacuna” pode ser vista como uma zona de fusão em que o contínuo e o descontínuo se encontram e coexistem, não resultando daí nada que tenha a característica determinante de um ou de outro, pois, dependendo daquilo que se busque, é exatamente o que se irá encontrar.

Carlos Roberto Vianna, 2000

## Soluções a espera de problemas?

Com base em que conhecimentos, tecnologias, estratégias, mecanismos concretos e, sobretudo, com base em quais recursos provindos de quais fontes - poderíamos produzir uma educação matemática orientada para a promoção da vida e para a destruição da mentalidade bélica em todos os domínios onde ela opera?

Antonio Miguel, 2006

A calculadora é um recurso tecnológico que há muito tempo está presente na nossa sociedade. Ela evoluiu, sofisticou-se em versões com maior número de recursos de cálculo e até mesmo gráficos, ao mesmo tempo em que versões básicas tiveram seu preço reduzido, permitindo o acesso de praticamente todos os alunos a esse instrumento. Apesar desse contexto, a calculadora não é explorada adequadamente nas aulas de Matemática. Aliás, muitas vezes ocorre de a calculadora ser mais usada nas aulas de Química ou Física, do que nas aulas de Matemática. A calculadora deve ser usada onde cálculos são exigidos e isso supostamente deveria acontecer nas aulas de Matemática.

As observações e entrevistas com os dois professores, que concordaram em participar do meu projeto inicial de pesquisa, afirmando que usavam a calculadora em suas aulas; mostraram que, na verdade, eles quase não a usam (ou usam pouco). Uma das evidências para tal afirmação é que poucos alunos dispunham dela, o que pode significar que seu uso não é incentivado. Outra hipótese é que o trabalho do professor é feito de modo que não há necessidade do seu uso, e isso pode ser pensado como um afastamento de “situações reais”, em que os números e medidas envolvidas exigem a presença da calculadora. Quando a calculadora é usada, limita-se a auxiliar o cálculo das operações do exercício a ser resolvido. De acordo com Guttenberg (1991, p. 65) usá-la como ‘calculadora’ seria desperdiçar uma oportunidade de tornar a Matemática mais atrativa para muitos estudantes. Com ela seria possível, por exemplo, experimentar padrões numéricos, desenvolver conceitos e resolver problemas com dados reais.

Nessa linha de pensamento Reys (1989, p. 21) afirma que a calculadora pode ser um poderoso auxiliar da aprendizagem, tendo um potencial que não foi

totalmente explorado, nem no desenvolvimento de conceitos, nem no desenvolvimento de atitudes positivas de persistência na resolução de problemas.

A resolução de problemas aliada a utilização da calculadora como instrumento de investigação, de exploração, de verificação, de estimativas, de conjecturas, pode contribuir muito para a aprendizagem matemática. Nesses casos, a calculadora deixa de ser um mero instrumento de cálculo, e o problema uma mera aplicação de uma fórmula. O que se vislumbra aí é a possibilidade de que a calculadora faculte ao aluno mais tempo para pensar sobre o problema e suas possibilidades de resolução.

Na minha opinião, a calculadora pode ser utilizada em todas as situações de sala de aula, mas de modo particular naquelas que envolvam problemas de investigação que possibilitem a discussão, a análise, a generalização. Fazer isso implica em estar confrontando crenças básicas, desarticulando estabilidades associadas às concepções dos professores (reforçadas em sua formação inicial), uma vez que as aulas de matemática são excessivamente centradas na memorização de regras, uso de fórmulas e cálculos que pouco contribuem para a compreensão do que está sendo ensinado.

O que tenho observado, na minha experiência como professor de Matemática, é que a resolução de problemas não é desenvolvida com frequência no ensino médio. Se isso ocorre no ensino fundamental, não posso afirmar. No Ensino Médio as aulas são desenvolvidas dentro de um padrão mais ou menos comum: o professor apresenta um assunto que até pode começar com uma situação problema, em seguida são apresentadas definições e exemplos para depois serem sugeridas atividades onde os alunos aplicarão, quase que de forma direta, o que foi exposto pelo professor. Essa estrutura de apresentação dos conteúdos é encontrada em boa parte dos livros didáticos, que são a grande fonte de pesquisa para os professores.

Se considerarmos que o livro didático é a principal, quando não a única fonte, de pesquisa para o professor, a calculadora não tem o uso incentivado e as raras exceções apenas confirmam essa regra. (Devo fazer o registro que o autor de livros didáticos e educador matemático Antonio José Lopes, o Bigode, manifesta essa preocupação, mas desconheço alguma proposta dele para uso no Ensino Médio). Se o professor segue apenas o livro didático, a possibilidade de 'empobrecimento' da aula é grande, e o uso da calculadora pode limitar-se a substituir o cálculo manuscrito.

O quadro não é otimista, e as mudanças só ocorrerão em sala de aula se o professor considerá-las necessárias, o que também vai exigir por parte do professor mais planejamento, pesquisa, aperfeiçoamento, que farão com ele tenha que dedicar mais tempo para o preparo das aulas. Se considerarmos que os professores trabalham muito e ganham pouco, as mudanças vão exigir muito mais deles. Entretanto, penso que essa responsabilidade não cabe estritamente apenas a nós, os professores de Ensino Médio: durante nossa formação inicial, na Licenciatura em Matemática, poucas foram as oportunidades em que pudemos usar a calculadora, muito menos aquelas em que nos falaram como utilizá-las com nossos alunos.

Apesar desse quadro, quero concluir esse trabalho trazendo a sugestão de utilização das calculadoras na resolução de problemas, sem que isso implique restrições à utilização de calculadoras apenas como auxiliar para cálculos, ou em jogos, ou em quaisquer outras atividades. Cabe destacar que essa sugestão não deve ser pensada como uma restrição à resolução de problemas sem a presença da calculadora.

O objetivo deste capítulo, que ocuparia o lugar de 'considerações finais', é o de apresentar uma possibilidade de inserção da calculadora nas aulas de matemática a partir de uma proposta já desenvolvida e discutida na literatura, mas fora do campo específico que trata de 'calculadora'. Penso que meu trabalho tenha mostrado indícios que permitem apresentar à crítica uma afirmação: as calculadoras não são usadas nas aulas de matemática, e já nem se fala mais nelas... O futuro que fora previsto por alguns educadores não se concretizou, e com o surgimento de novas possibilidades dadas pela tecnologia, as calculadoras (ao menos os modelos mais simples) deixaram de ser objeto de preocupação dos estudiosos e pesquisadores. Minha intenção, nesse capítulo final, é a de mostrar algumas possibilidades que facilitariam levar as calculadoras para as salas de aula, possibilidades de fazer que os alunos possam, enfim, desenvolver algumas idéias matemáticas explorando calculadoras.

## **RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: uma rampa de lançamento. . .**

Vamos tratar a 'resolução de problemas' como se fosse uma rampa de lançamento: ao final da dissertação, ao invés de "concluirmos" algo, pretendemos nos lançar à frente... apresentar algumas alternativas que podem contribuir para mudar o quadro nas salas de aula, que podem contribuir para que um professor, possível leitor deste trabalho, possa encontrar idéias que o mobilizem a buscar algo mais...

Afinal, o que é um problema? Qual a diferença entre problema e exercício? O que significa resolver um problema? A resolução de problemas é um conteúdo escolar, ou uma metodologia de ensino?

Para tentar responder alguns desses questionamentos, apresentamos, na seqüência, uma síntese de idéias do pesquisador Juan Ignacio Pozo contidas no livro: *A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Segundo Pozo (1998). Este livro é apenas um, dentre muitos, que trata do assunto. Sua escolha pode ser considerada tanto arbitrária, quanto intencional, e isso já não importa para os fins da realização dessa dissertação. A idéia é que possamos apresentar um exemplo, iniciar um exercício de "continuação" desse trabalho; talvez tentando responder à pergunta: como favorecer o uso de calculadoras nas salas de aula? Não se trata de uma receita, mas de um encaminhamento para novos estudos. O ensino baseado na solução de problemas, segundo Pozo (1998), tem como pressuposto promover nos alunos o domínio de habilidades e estratégias que lhes permitam aprender a aprender, assim como a utilização de conhecimentos disponíveis para dar respostas a situações variáveis e diferentes.

Nesse livro, e não ficaremos repetindo a referência uma vez que se trata sempre deste mesmo livro, são discutidas as resoluções de problemas não só na Matemática, mas também nas Ciências da Natureza e nos Estudos Sociais. Aqui nesta dissertação, destacamos a resolução de problemas na Matemática, sendo um dos objetivos superar o enfoque tradicional do trabalho com problemas que geralmente se caracteriza por: aparecerem logo após a apresentação de determinado conteúdo, sendo que a sua resolução é feita retirando-se os dados do mesmo, e estes aparecem explicitamente no enunciado; o problema é resolvido aplicando-se um ou mais algoritmos, a solução não prevê o levantamento de

hipóteses, o elemento central é a resposta numericamente correta, a qual sempre existe e é única.

Encontramos nesse livro algumas sugestões que podem servir para que levemos para a sala de aula algumas modificações da prática de trabalho. Essas sugestões podem fornecer elementos para novas pesquisas, estabelecendo propostas mais efetivas de trabalho junto aos professores de matemática visando colocar em choque as concepções que resistem ao uso da calculadora e a própria resolução de problemas.

Pozzo (1998) começa nos dizendo que, em função de uma sociedade onde demandas culturais e trabalhistas exigem cada vez mais de seus cidadãos, é necessário proporcionar aos alunos a capacidade de aprender a aprender, de modo que busquem novos conhecimentos e habilidades. Indo ao encontro disso a solução de problemas pode ser um caminho produtivo e proveitoso. A solução de problemas consiste em apresentar aos alunos situações abertas e sugestivas, situações que coloquem a eles a necessidade de buscar suas próprias respostas. Ou seja: mobiliza-os à busca do próprio conhecimento, acostumando-os a encontrar respostas às perguntas propostas e aos seus próprios questionamentos, em vez de esperar uma resposta pronta do professor ou de um livro.

A solução de problemas deve estar presente na escola, na educação básica do aluno de modo que ele seja capaz de resolver situações propostas na escola e, além disso, resolver as situações do seu cotidiano. Porém, sem procedimentos eficientes o aluno não terá condições de resolver esses problemas.

Ensinar o aluno a resolver problemas não significa apenas dota-lo de habilidades e estratégias eficientes, mas também fazer com que ele crie o hábito de encarar a aprendizagem como um problema que precisa de uma resposta.

De acordo com Pozo (1998, p.15), “o verdadeiro objetivo final da aprendizagem da solução de problemas é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e de resolvê-los como forma de aprender”.

É importante que o aluno compreenda os problemas que está resolvendo, de modo a conseguir generalizá-los ou transferi-los a situações novas do dia-a-dia ou da própria escola. Sem essa compreensão, a solução de problemas torna-se uma tarefa de repetição e automatização.

Mas afinal, o que é um problema?

Uma definição clássica e aceita por muitos autores é ‘ uma situação que um indivíduo ou grupo quer ou precisa resolver e para o qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução’ (Lester, 1983 apud Pozo,1998, p.15).

Percebe-se, por essa definição, que a solução de problemas exige reflexão e a busca de procedimentos para resolvê-lo, que não são automáticos. Entretanto, devido ao estágio de desenvolvimento de cada um, dos conhecimentos que detém, aquilo que é problema para uma pessoa, pode ser um mero exercício para outra.

Além do estágio de desenvolvimento, dos conhecimentos, o próprio contexto da tarefa proposta pode oferecer a diferenciação entre problema e exercício.

Os exercícios são baseados no uso de habilidades ou técnicas que foram automatizadas como consequência de uma prática contínua, enquanto que o problema é uma situação nova ou diferente das conhecidas e, para resolvê-lo, o aluno necessitará usar procedimentos conhecidos.

A distinção entre problema e exercício não é simples, pois depende de vários fatores: experiência e conhecimento de quem os resolve, objetivos da tarefa, contexto.

A solução de exercícios é uma atividade importante na escola para automatizar e consolidar certas habilidades de que o aluno necessita. Porém, no momento de resolver um problema exigir-se-á do aluno a tomada de decisões sobre qual processo utilizar, quais estratégias, etc..É claro que, para que ele possa resolver um problema, algumas técnicas e habilidades devem ter sido treinadas ou exercitadas.

É importante que nas tarefas propostas haja uma distinção clara entre problema e exercício, para que o aluno saiba a que situação está sendo exposto e seja motivado a resolver os problemas, dando-lhes iniciativa e autonomia para resolvê-los.

Algo significativo durante a solução de problemas é perguntar aos alunos como resolveram os problemas, de que forma, qual a estratégia utilizada. Compreendendo-se os processos de solução dos problemas, pode-se melhorar a solução de problemas através do ensino.

Nos estudos das resoluções de problemas podem ser identificadas duas tendências gerais para a abordagem da solução de problemas: uma mais antiga, que vê a solução de problemas como um conteúdo generalizável, que deveria ser

abordado por matérias mais formais, como por exemplo a Matemática, e uma vez adquiridas as estratégias gerais estas seriam estendidas para outras matérias.

Uma tendência mais recente, que entende a solução de problemas no contexto das áreas ou conteúdos específicos onde estão sendo realizadas. Os que defendem essa posição realizam vários estudos e pesquisas mostrando como os processos usados na solução de um problema dependem do conhecimento e das experiências na área em que o problema está sendo resolvido e raramente podem ser transferidos ou generalizados para problemas de outras áreas.

Independente das duas tendências é evidente que, para resolver um problema, precisamos prestar atenção, recordar alguns conhecimentos aprendidos, relacionar, conjecturar, prever e testar hipóteses.

Pozo nos diz que um dos autores mais conhecidos quando o assunto é a solução de problemas é Polya, que organizou uma seqüência segundo a qual é possível resolver um problema: compreender o problema, conceber um plano, executar o plano e rever a solução. Esses passos são gerais e podem ser usados na solução de problemas em qualquer área, apesar de terem sido elaborados com um enfoque matemático. O método de Polya tem ajudado muitos estudantes a resolver problemas, considerando que muitas habilidades, estratégias e procedimentos heurísticos independem da área em que será resolvido o problema.

Um outro programa também parte do princípio que a solução de problemas depende das diferenças de aprendizagem. Esse programa é o IDEAL (Bransford e Stein, 1984 apud Pozo, 1998, p. 28). Para eles um problema seria resolvido em 5 fases:

- I: identificação do problema
- D: definição e apresentação
- E: exploração de diferentes estratégias
- A: ação fundamentada na estratégia
- L: logros (resultados), observação e avaliação dos efeitos das atividades.

Apesar desse programa, como o de Polya, ter uma aplicação e uma importância dentro da solução de problemas, considerando-a como uma atividade que pode utilizar-se de técnicas e passos bem definidos independente da área de aplicação; muitas pesquisas vêm mostrando que os procedimentos utilizados para resolver problemas dependem do tipo de conhecimento que as pessoas têm, bem

como das características do conteúdo onde o problema está sendo resolvido, ou seja, a solução de problemas é um processo específico da área de atuação do problema.

Nesse sentido, algumas pesquisas têm sido orientadas para a solução de problemas em áreas específicas, comparando-se especialistas e principiantes, na tentativa de mostrar que a solução de um problema depende de muitos conhecimentos específicos úteis sobre o assunto no qual está inserido o problema; tendo como um de seus pressupostos que habilidades e estratégias de resolver problemas são específicas de uma determinada área de conhecimento e raramente são transferíveis de uma área para outra.

Nessa perspectiva, a eficiência na solução de problemas deve-se muito mais aos conhecimentos específicos sobre o assunto do que à capacidade cognitiva geral. Conseqüentemente, o treinamento na solução de problemas deve voltar-se mais em dar ao aluno conhecimento específico sobre o assunto do que em capacidades gerais.

Uma questão importante levantada pelo autor é que “os especialistas, embora não se diferenciem em suas capacidades gerais de solução de problemas, destacam-se pela sua capacidade de prestar atenção, lembrar, reconhecer, manipular informação e raciocinar sobre ela na própria área de sua especialidade”. (POZO, 1998, p. 31)

O treinamento técnico deve ser completado por um conhecimento estratégico que, na solução de problemas, permitirá utilizar as técnicas aprendidas de forma adequada e eficiente.

Em muitos estudos realizados tem-se observado a superioridade dos especialistas em relação aos principiantes na solução de problemas. Observou-se que os especialistas reconhecem com rapidez as características do problema, estabelecem uma meta e utilizam habilidades que foram automatizadas de modo a realizar a tarefa proposta de forma rápida e eficiente. Além disso, os especialistas planejam melhor, conseguem descobrir com maior facilidade seus erros, informações ausentes no problema e que regras aplicar.

Assim sendo, percebe-se que a capacidade de resolver problemas está baseada no maior domínio de conhecimentos específicos. Nessa linha de raciocínio, se queremos que nossos alunos aprendam a resolver problemas, não basta que ensinemos técnicas gerais como as de Polya, por exemplo; mas é preciso que a

solução de problemas seja feita em cada uma das áreas de conhecimento propostas ao aluno: Matemática, Física, Química, História, Geografia, etc.

A Matemática é uma área em que a solução de problemas vem sendo aplicada e estudada. Aliás, resolver problemas é uma atividade, considerada por muitos, quase específica da Matemática e, nesse caso, acredita-se que seja na Matemática que devam ser adquiridas as habilidades e técnicas que serão estendidas para as outras áreas. Apesar de toda a abstração, dos processos algébricos aprendidos na Matemática, esses conhecimentos e habilidades dificilmente são transferidos para outras áreas. A Matemática não pode funcionar como uma linguagem sem conteúdo. A solução de problemas limita-se muitas vezes à tradução algébrica do enunciado não havendo preocupação com o significado.

Esse tipo de problema não ocorre só com a Matemática, mas também com a Física, a Química onde os recursos matemáticos são aplicados com maior frequência. Reforce-se que muitas vezes a solução de um problema em Química ou Física limita-se a um processo algébrico onde se determina um número que é o resultado do problema, sem a preocupação do significado daquele número no contexto do problema. É necessário que o aluno compreenda o fenômeno estudado para a posterior solução, que envolve uma tarefa matemática, e chegue a um resultado que tenha algum significado.

Na solução de problemas em áreas de Estudos Sociais, como a Geografia e a História, por exemplo, é necessário o uso de estratégias específicas em função das características próprias dessas áreas. Se quisermos que nossos alunos tenham alguma habilidade para resolver problemas não devemos investir apenas em problemas com caráter puramente matemático, mas também problemas em áreas dos Estudos Sociais, para que o aluno desenvolva novas formas de raciocínio, de tratamento da informação, de argumentação.

Dentro dessas formas de raciocínio, Pozo - o autor cujo trabalho seguimos descrevendo, destaca três: o raciocínio quantitativo que se baseia na análise quantitativa de dados; o raciocínio lógico e o raciocínio causal que implica um compreensão da íntima interconexão entre diversos fatores.

Essas formas de raciocínio científico não se aplicam da mesma forma em todos os problemas e em todas as áreas. O uso de cada um deles é uma questão estratégica que depende do contexto e dos objetivos de cada tarefa.

Uma questão bastante discutida no âmbito educacional é a transferência ou generalização dos conhecimentos adquiridos para novas situações, novos contextos. Essa dificuldade existe principalmente por causa das diferenças de contextos existentes entre as soluções aprendidas e as situações para as quais deseja-se que o aluno transfira o conhecimento adquirido. Quanto mais semelhantes forem esses contextos, mais simples será a transferência. Não consiste apenas em transformar os problemas escolares em situações semelhantes às situações cotidianas, mas que sejam do interesse dos alunos. Ou seja, não é o problema em si, mas a forma como ele é apresentado que vai torná-lo uma real situação problema ou simplesmente um exercício.

O interesse pela solução de problemas em Matemática deve-se à idéia de que o raciocínio nesta matéria estimula o raciocínio em outras áreas do conhecimento e, também, à idéia de que contribui para o avanço em outras áreas científicas e tecnológicas, incluindo-se a capacidade de resolver problemas.

Porém, pesquisas têm mostrado que os alunos não enxergam a solução de problemas dessa maneira. De acordo com Shoenfeld (1992 apud Pozo, p.47), os alunos vêem a Matemática descontextualizada, pensam que os problemas têm uma única forma de serem resolvidos e uma única resposta correta, que os processos usados em Matemática são irrelevantes para os processos de descobrimento e invenção, entre outras conclusões. Segundo esse autor, as idéias dos estudantes estão totalmente relacionadas com suas experiências em sala de aula e refletem mais as idéias de seus professores sobre como devem ensinar Matemática do que as idéias sobre como a disciplina está constituída.

Dentro da Matemática, muitas vezes, todas as atividades propostas são consideradas problemas. Porém, é importante que se tenha claro que, para que exista realmente um problema, o aluno deve questionar-se sobre qual o caminho a seguir, qual o objetivo a ser atingido, como chegar a esse objetivo e meta proposta.

Muitos dos 'problemas propostos' nas aulas de Matemática são meros exercícios de aplicação de fórmulas ou algoritmos. Não que eles não sejam importantes, porém gasta-se muito tempo na solução de exercícios de fixação, de aplicação de fórmulas e algoritmos do que com problemas propriamente ditos. Os exercícios devem ter a função de consolidação e automatização de algumas técnicas, habilidades e procedimentos que poderão ser utilizados na solução de problemas. Eis uma das limitações da concepção tradicional, quando pensada na

perspectiva da adoção da calculadora: estes exercícios de automatização perdem sua necessidade.

Quanto à solução de problemas alguns autores consideram a existência de um problema quando não existe um algoritmo conhecido que leve à solução. Nessa abordagem, poucos problemas ou quase nenhum dos problemas apresentados na educação básica seria realmente um problema.

Porém, pode-se encarar a existência de um problema em função do grau de novidade que determinada tarefa represente para o aluno e nesse sentido recomenda-se a utilização da solução de problemas desde os primeiros anos de escolaridade.

É importante que os alunos seja expostos às situações problemas para que aprendam e elaborem algumas estratégias de solução, pois se não permitirmos isso dificilmente eles o farão por conta própria.

Como vimos, a solução de problemas para Polya (1945) ocorre obedecendo a quatro passos: compreensão, concepção de um plano, execução do plano e análise da solução alcançada. Já para Mayer (1983 apud Pozo, 1998, p.51) os quatro passos podem ser resumidos em dois: tradução e solução do problema. Para esse autor, o processo de solução de problemas exige a compreensão e a tradução para uma linguagem matemática e em seguida estabelecem-se submetas que serão alcançadas com uma série de estratégias. No final, os resultados devem ser interpretados como uma solução plausível.

Em ambos os processos podem ser estabelecidas correspondências com o que aparece em muitos currículos de Matemática: utilização de diferentes linguagens, utilização de algoritmos e utilização de habilidades.

É claro que para resolver-se um problema não basta apenas seguir esses passos, exige-se certos conhecimentos matemáticos.

Um dos primeiros passos para se resolver um problema matemático é traduzi-lo para a linguagem própria da Matemática que utiliza símbolos e representações. Além do domínio dessa simbologia, são necessários conhecimentos lingüísticos e semânticos, Ambigüidades e imprecisões lingüísticas podem causar inúmeras dificuldades. Nesse caso, especialistas conseguem fazer uma tradução mais global considerando dados relevantes, desprezando dados irrelevantes, distinguindo teorias pessoais de teorias matemáticas, considerando apenas as informações necessárias e suficientes para se chegar na solução do problema.

A compreensão de problemas matemáticos pode ser facilitada quando eles são expressos através de outras palavras, em outro formato (como gráficos e diagramas), ou através de explicações aos colegas, dizendo no que consiste o problema, estabelecendo-se sua meta, suas dificuldades, indicando dados relevantes e irrelevantes e quais estão faltando, fazendo analogias com outros problemas, procurando cenários em que poderia ser aplicado. Outro trabalho que contribui para a compreensão dos problemas é a formação de pequenos grupos onde os alunos possam verbalizar, discutir suas metas, expor suas dificuldades e chegar a uma solução.

A solução de problemas matemáticos é um método de aprendizagem e um objetivo em si mesmo. De acordo com Pozo (1998, p. 63):

É um método de aprendizagem na medida em que grande parte do conteúdo da Matemática escolar trata da aprendizagem de habilidades, técnicas, algoritmos ou procedimentos heurísticos que podem ser usados em diversos contextos (cotidiano, científico, etc). É um objetivo da aprendizagem na medida em que não é possível aprender a solucionar problemas independentes da aprendizagem de conceitos e conhecimentos matemáticos e que, ao mesmo tempo a solução de problemas exige o acionamento e a coordenação de muitos processos complexos.

O sucesso da solução de problemas matemáticos depende de inúmeros fatores: o contexto de sala de aula deve ser considerado, o professor não pode ignorar o fato que um mero exercício para ele é um problema para o aluno, não tornando explícitos procedimentos e estratégias utilizadas, deixar claro para o aluno as ferramentas e estratégias que dispõe, examinar e discutir em aula os processos utilizados pelos alunos para se chegar na solução.

Ensinar a resolver problemas matemáticos não é uma tarefa fácil e simples, e é conseguida em longo prazo. É necessária uma constante avaliação durante o processo. Utilizando-se dos erros cometidos pelos alunos pode-se descobrir falhas nas estratégias utilizadas, falta de compreensão, falta de conhecimentos. Os erros não devem ser encarados como fracasso, mas como fonte de informação para o professor e também como instrumento de auto-avaliação por parte do aluno. Além disso, é necessário que se observe e analise-se todo o processo e não apenas os resultados finais.

O ensino da solução de problemas deve ser um conteúdo do currículo aberto, cuja importância dentro de cada disciplina deve-se às convicções e modelo docente de cada professor ou de cada escola.

Quando os professores propõem um problema a seus alunos sabem com resolvê-lo porém às vezes não se dão conta dos passos usados ou seguidos para resolvê-los, o que dificulta o processo de ensino de solução de problemas para os alunos.

Muitos autores concordam que a aquisição de perícia ou habilidade em uma área pode basear-se no domínio rotineiro de técnicas ou habilidades relacionadas à solução de exercícios, ou em um domínio mais consciente ou significativo dessas habilidades, que permita sua adaptação e generalização a novas situações de aprendizagem que relacionam-se com a solução de problemas.

A solução de problemas exige do aluno o domínio de estratégias que permitirão que ele planeje e organize suas próprias atividades e procedimentos que costumam ser denominadas de técnicas, habilidades ou algoritmos. Além disso, é necessário que tome consciência e reflita sobre os problemas propostos e como foram resolvidos. É importante destacar que uma estratégia pode ser aplicada a uma tarefa se houver por parte do aluno conhecimentos conceituais específicos sobre ela. Outro fator importante é desenvolver no aluno a atenção, concentração, motivação, capacidade de trabalhar em grupo que são fatores que ajudam muito na solução de problemas.

O ensino de problemas necessita ensinar e instruir o uso de procedimentos eficazes, envolvendo vários enfoques educacionais que introduzem habilidades e estratégias próprias de cada área do currículo.

De acordo com Pozo e Postigo (1993 apud Pozo,1998, p.146) poderíamos diferenciar cinco tipos de procedimentos necessários para resolver problemas:

1. Aquisição da informação: procedimentos relacionados com a busca, coleta e a seleção necessária a princípio para definir e elaborar o problema que depois serão usadas para resolvê-lo.(observação, seleção da informação, busca da informação, revisão e memorização da informação)
2. Interpretação da informação: é necessário codificá-la ou traduzí-la para um novo código ou linguagem que o aluno domine ou conheça, facilitando a conexão dessa nova informação com conteúdos da memória do aluno, ativando conhecimentos prévios para compreensão do problema. (decodificação da informação, aplicação de modelos para interpretar situações, uso de analogias e metáforas para interpretar a informação)

3. Análise da informação e realização de inferências: com o objetivo de extrair novos conhecimentos que estão implícitos na informação apresentada no problema. Exigem-se do aluno técnicas e habilidades de raciocínio. (análise e comparação da informação, realização de inferências, pesquisa).
4. Compreensão e organização conceitual da informação: essa organização e compreensão dependem dos conhecimentos conceituais disponíveis, porém pode ser facilitada com a utilização de procedimentos e estratégias. (compreensão do discurso, estabelecimento de relações conceituais, organização conceitual)
5. Comunicação da informação: essa comunicação ou transmissão pode ser feita utilizando-se vários recursos expressivos que podem ser orais, escritos, gráficos ou de outra natureza. É importante destacar que a avaliação da aprendizagem dos alunos é feita sobre aquilo e como os alunos expressam-se, portanto é mediada e determinada pela forma de expressão que pode ser oral, escrita, através de mapas, tabelas, diagramas, ou de tecnologias mais novas como o computador, o vídeo e a fotografia.

O ensino da solução de problemas é um processo lento que exige o domínio de técnicas e habilidades que, para serem aprendidas, despendem muito tempo. A solução de problemas deve ser uma atividade continuada, com uma seqüência de conteúdos que facilitem o domínio de habilidades e estratégias para resolvê-los, tendo como apoio a ajuda do professor.

De acordo com Pozo (1998, p. 165), “um dos objetivos da inclusão da solução de problemas no currículo é ajudar os alunos a resolver não só problemas escolares mas também problemas cotidianos, é preciso que os alunos adquiram, juntamente com uma bagagem de técnicas e estratégias, o hábito de utilizá-las em situações abertas, longe ou momentaneamente afastados do olhar do professor”.

A solução de problemas continua e continuará sendo uma maneira extremamente interessante de apresentar os conteúdos em várias disciplinas, uma maneira que coloca exigências para o professor, e pode contribuir para que este promova mudanças em sua prática de sala de aula; mudanças que podem refletir, por exemplo, na compreensão de novas possibilidades de abordar o conteúdo, favorecendo e estimulando a aceitação, o uso e a criação de novos problemas, exercícios e ocasiões para fazer cálculos através de uma calculadora. Concluimos,

então, essa dissertação, afirmando que através da resolução de problemas o professor PODE aprender, junto com seus alunos, a utilizar a calculadora em sala de aula

Para concluir, apresentamos, em seqüência, uma série de problemas que podem ser levados para a sala de aula. Julgamos que esse seja um final “justo” para uma dissertação em que procurávamos observar a concepção de matemática associada ao uso das calculadoras pelos professores – e não o fizemos em função do não-uso com o qual nos deparamos. Assim, ao menos este trabalho termina com a disposição do uso que defendemos e que esperamos, mais tarde, encontrar.

## **ATIVIDADES USANDO CALCULADORAS**

### **Revista Educação e Matemática nº 11 – 1989**

**Bárbara J. Reys**

#### **Atividade 1:** Explorar a área de um triângulo

Dê a cada aluno uma cópia de um triângulo. Peça-lhes que calculem a área do triângulo. Terão que:

- Decidir qual lado a usar como base
- Medir a base
- Identificar e medir a altura
- Usar a fórmula com as medidas obtidas.

Peça, depois, aos alunos que calculem a área do triângulo considerando, como base, cada um dos lados do triângulo. Comparar as medidas encontradas.

Nesse problema os objetivos eram praticar a fórmula, praticar medições e valorizar o rigor dessa medição, reforçar o significado de base e altura de um triângulo, proporcionar a discussão da noção de erro nas medições.

**Atividade 2:** Quero comprar um bicicleta que custa 11 500\$00 mas, de momento só disponho de 10 300\$00. Tenho um plano para economizar 80\$00 por semana. Daqui a quantas semanas terei o dinheiro suficiente para comprar a bicicleta?

Nessa problema o objetivo é analisar as diferentes estratégias de resolução dos alunos, discutindo as diferentes abordagens.

**Atividade 3:** Contar com decimais.

Propor aos alunos que teclem, sucessivamente,  $0 + 0,1$  e que continuem a pressionar a tecla = dizendo os números antes de eles aparecerem (uma décima, duas décimas, três décimas, etc.). Observe o que acontece quando os alunos atingem  $0,9$  – qual é o próximo? Muitos alunos dirão ‘dez décimas’. Aproveite essa oportunidade para realçar as diferentes representações de dez décimas (como fração e na forma 1). Os alunos devem continuar esta atividade, contando alto e passando por vários números inteiros.

A seguir pedir-lhes que digam os nomes dos diferentes números que aparecem ao adicionar, sucessivamente,  $0,01$ . O que é mais rápido, contar até 10 de décima em décima ou contar até 1 de centésima em centésima?

Os principais objetivos dessa atividade são reforçar a relação entre  $0,01$ ,  $0,1$  e 1; proporcionar aos alunos a oportunidade de obterem imediato feedback ao preverem cada um dos números; proporcionar a oportunidade de identificar padrões no sistema de base dez e ‘ouvir’ esses mesmos padrões.

**Atividade 4:** Explorar fatores próximos da unidade.

Dê aos alunos um intervalo como ALVO por exemplo,  $2000-2100$  – e um valor de partida – digamos 36. Introduza 36 na calculadora, pressione x, e peça um voluntário para estimar um fator que, multiplicado por 36, conduza a um produto dentro do intervalo, Segue-se um exemplo de como o jogo pode decorrer:

60 (diz o aluno).  $36 \times 60 = 2160$  fora do intervalo por excesso.

O ponto de partida é, agora, 2160. Por que número deverá ser multiplicado 2160 para obtermos um produto que caia dentro do intervalo?

Experimente 0,9.  $2160 \times 0,9 = 1944$  fora do intervalo, por falta.

O ponto de partida é, agora, 1944. Por que número deverá ser multiplicado 1944 para obtermos um produto que caia dentro do intervalo? Experimente 1,05.  $1944 \times 1,05 = 2041,2$  aí temos!

**Revista Educação e Matemática nº 11 – 1989**

**Graciosa Veloso**

**Atividade 1:**

O senhor Joaquim é pastor. Precisa de fazer um redil. Vai aproveitar uma parede de uma casa em ruínas e tem 168 m de arame. O redil deverá ter forma retangular. Que retângulo deverá construir de forma que a área seja máxima?

A autora comenta que esse problema pode ser resolvido dentro do estudo de máximos e mínimos, com o auxílio de derivadas e sem o uso de calculadoras. Porém ela sugere que resolva recorrendo a estratégias em que a tentativa e as explorações numéricas são parte integrante onde a resolução é construída pelos alunos sem utilização da via algébrica.

- Tentativa de compreensão do problema: trata-se de determinar a largura e o comprimento de um retângulo, tal que  $2 \times \text{largura} + \text{comprimento} = 168$  e tal que a área seja a maior possível.
- Estratégias de resolução: construir tabelas e, por tentativas, com o auxílio da calculadora, vamos investigar as relações que devem existir entre os dados.

Largura (m)	Comprimento (m)	Área ( m <sup>2</sup> )
5	158	790
10	1448	1480
20	128	2560
30	108	3240
40	88	3520
50	68	3400
60	48	2880

Sugere-se investigar o que se passa no intervalo [40;50], pois nos extremos há inversão na ordem de grandeza.

Depois de se chegar no resultado 42 m x 84 m podem ser sugeridas outras questões: Haverá alguma relação entre a área deste retângulo e a do da família dos que têm perímetro 168 que tem maior área? Que relação? Será o retângulo 42x84 o que tem maior área na família dos seus isoperimétricos?

Esse problema é um clássico no estudo das funções do 2º grau e pode ser abordado de maneiras diferentes e até mesmo sem falarmos em máximos e mínimos ou em função do 2º grau. Pode ser dado em diferentes níveis de ensino com abordagens diferentes.

Na revista Nonius nº12 de junho de 1988 encontra-se um texto que é parte de uma tradução de um brochura editada em 1977 por uma associação de professores francesa. Nele é sugerida uma atividade para calculadora com números grandes.

**Atividade:** Utilizando uma calculadora de 8 dígitos, ou seja, ela opera apenas com números com até no máximo 8 dígitos, efetue a adição dos números abaixo:

$$A = 123456789101112$$

$$B = 112233445566778$$

$$C = 111222333444556$$

$$D = 444455556666777$$

$$E = 66667777788888$$

A idéia inicial é que os alunos tentem descobrir estratégias para a resolução da atividade proposta que exige a utilização da calculadora porém ela não comporta números maiores que 8 dígitos. Este obstáculo vai permitir a introdução de uma nova dinâmica nos comportamentos em relação à calculadora: do consumo com operações mais ou menos elementares, passa-se à resolução de problema com ajuda de um dado material.

A sugestão para se resolver a atividade acima é dividir os números em fatias e efetuar a soma dessas fatias, conforme indicado abaixo:

e vão	e vão	
⌒	⌒	
123	456789	101112
112	233445	566778
111	222333	444556
444	455556	666777
666	667777	788888
1458②035902② 568111		

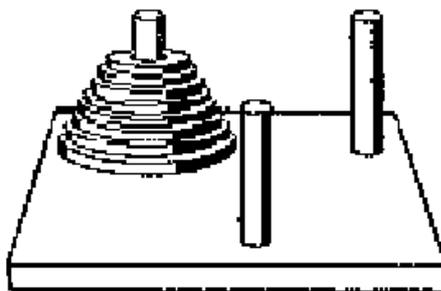
Resultado: 145803590256811

Método semelhante pode-se usar com multiplicações que ultrapassem a capacidade da máquina.

Na revista Nonius nº 22 de Janeiro de 1990, Jaime Carvalho e Silva sugere algumas atividades que foram propostas para alunos de 1º ano da licenciatura em matemática. Evidente, que essas atividades podem ser adaptadas para outros níveis de ensino.

**Atividade 1:** Problema das torres de Hanói.

Num tabuleiro há três estacas. Numa delas encontra-se uma pilha de discos de diferentes tamanhos, como indica a figura, com o menor em cima. O objetivo deste problema é mudar a pilha para outra estaca, movendo os discos um a um, de uma estaca para outra qualquer, de modo que nunca se coloque um disco sobre outro menor. Prova por indução que, para  $n$  discos, pode-se resolver-se o problema em  $2^n - 1$  movimentos



A lenda original de que resulta este problema diz que, no Grande Templo de Benares, os sacerdotes estão, desde o princípio do mundo, a mudar 64 discos de ouro puro de uma estaca de diamante para outra. Quando terminarem, o mundo acabará. Calcula, usando uma calculadora ou um computador, quanto tempo ainda falta para o mundo acabar (supõe que os sacerdotes demoram um segundo a mudar um disco de uma estaca para outra, e que nunca se enganam)

**Atividade 2:**

Considera a sucessão de números reais  $(x_n)$  de termo geral:

a)  $x_n = \sqrt[3]{n}$

b)  $x_n = \sqrt[5]{n}$

c)  $x_n = \sqrt[n]{n}$

d)  $x_n = \sqrt[2]{n}$

e)  $x_n = \sqrt[n]{\log n}$

Calculando os primeiros termos da sucessão, com o auxílio de uma calculadora, tenta adivinhar as propriedades de  $(x_n)$ .

Na revista Nova Escola on-line de dezembro de 2003 é sugerida a seguinte atividade que envolve a calculadora e o cálculo mental.

**Atividade:** Suponha que a tecla 8 de sua calculadora esteja quebrada. Qual deve ser a seqüência de teclas para obter o resultado destas operações:

- a)  $5 \times 8$
- b)  $9 \times 8$
- c)  $12 \times 18$
- d)  $1888 : 2$

Veja algumas possíveis soluções:

- a)  $5 \times 4 \times 2$  ou  $10 - 2 \times 5$
- b)  $9 \times 4 \times 2$  ou  $16 : 2 \times 9$
- c)  $20 - 2 \times 12$  ou  $9 + 9 \times 12$
- d)  $1900 - 12 : 2$  ou  $1444 + 444 : 2$

No livro Calculadoras na Educação Matemática, de Albano Silva, Cristina Loureiro e Maria Graciosa Veloso, editado pela Associação de Professores de Matemática de Portugal, em setembro de 1989, existe uma série de atividades para o uso das calculadoras nos diferentes níveis de ensino. Seleccionamos algumas atividades a título de ilustração.

**Atividade 1:** à procura de produtos

Dispõe os numerais 1, 2, 3, 4 e 5 de forma o obteres o maior e o menor produto.

$$\begin{array}{r} \square \square \square \\ \times \square \square \\ \hline \end{array}$$

Maior produto: \_\_\_\_\_

Menor produto: \_\_\_\_\_

**Atividade 2:** Proposta de estimação

Determina para cada caso, um número que, colocado no local assinalado com “?”, permita que o resultado da operação caia no intervalo assinalado.

$$15 + ? = \underline{\quad\quad} \quad [40,50]$$

$$7 \times ? = \underline{\quad\quad} \quad [50,100]$$

$$80 \times ? = \underline{\quad\quad} \quad [20,30]$$

$$15 : ? = \underline{\quad\quad} \quad [68,70]$$

Indica agora, todos os números inteiros que permitem que o resultado caia no intervalo indicado.

$$37 \times ? = \underline{\quad\quad} \quad [300;500]$$

Qual é o maior número inteiro que verifica a desigualdade:

$$\underline{\quad\quad} \times 84697 < 1000000$$

### **Atividade 3:** Uma corrida de bicicletas

Dois ciclistas iniciaram uma corrida de bicicletas, de 13 voltas, às 16 horas e 40 minutos. A prova termina quando o primeiro ciclista completou as 13 voltas ao circuito. Os dois ciclistas rolaram a uma velocidade constante, demorando um 8 minutos a dar uma volta ao circuito, enquanto o outro demorava 6 minutos. O reabastecimento de água a estes ciclistas fez-se sempre que ultrapassaram juntos a linha da meta. A que horas se deu o primeiro reabastecimento? Quantas vezes os ciclistas foram reabastecidos ao longo da prova? Quantas voltas ao circuito realizou o concorrente mais lento?

### **Atividade 4:** Uma mesada para Susana

Ao entrar para a Universidade, os pais da Susana propuseram-lhe duas opções para a mesada:

Opção A: dois mil e quinhentos escudos em janeiro e todos os meses mais dois mil e quinhentos escudos que no mês anterior.

Opção B: um escudo em janeiro, triplicando todos os meses a mesada do mês anterior. Qual das duas opções lhe permitiria ter recebido mais dinheiro no final do ano?

Outubro é um mês em que Susana prevê muitas despesas. Se o critério de escolha fosse a mesada de outubro, teria Susana feito a mesma opção?

**Atividade 5:** Um problema com “ perfume”

Um supermercado vende 1200 sabonetes por semana a 40\$00 cada um. O gerente pensa que, por cada escudo que baixar no preço de cada sabonete, fará aumentar o volume de venda semanal em 300 unidades. O preço de custo de cada sabonete é 24\$00. A que preço deve ser vendido cada sabonete de modo que o supermercado obtenha o maior lucro possível?

Ubiratan D’Ambrósio, no livro *Da realidade à ação* sugere a seguinte atividade.

Imaginemos uma situação motivada, por exemplo, por uma notícia recente dos jornais, em que um salva-vidas tem claramente um problema de estratégia: deve chegar, o mais rapidamente possível, ao ponto em que pessoa em dificuldades se encontra. O início do processo é traduzir a situação real num problema formulado em linguagem convencional – no caso, linguagem matemática. Devemos antes eliminar algumas dificuldades oferecidas pela situação real, deixando bem claro para o aluno o caráter “aproximativo” que a formulação em linguagem convencional apresenta com relação à situação real. (D’AMBRÓSIO, 1986, P. 65)

Depois desse enunciado são sugeridas figuras e possíveis valores para as distâncias entre a pessoa e a praia, o salva-vidas e a pessoa, bem como possíveis velocidades de deslocamento na água e em terra. Cabe ao aluno decidir a trajetória e calcular o tempo necessário para realizar o salvamento. O problema não é fechado, exige do aluno a tomada de decisões e que se estabeleçam estratégias de resolução. A presença da calculadora favorece tais ações. De acordo com D’Ambrósio (1986, p. 69), a utilização da calculadora, aliada ao esquema de “modelagem da realidade” através da linguagem convencional da Matemática, vem dar ao chamado método de Polya, uma nova dimensão.

## REFERÊNCIAS

ALSON, P. Calculadoras, diagramas y funciones. **Revista Suma**, p. 69 – 74, n. 8, 1991.

ASSUDE, T. As calculadoras no ensino da Matemática: alguns elementos de reflexão. **Nonius**, n. 25, p. 1-3, Lisboa. Portugal, 1990. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius>>. Acessado em 21 set.2005

BALBUENA, L. Máquinas de calcular: una colección singular. **Revista Suma**, n. 23, p. 39 – 42, 1996.

BORBA, M. C. **Calculadoras gráficas e educação matemática**. Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula: Mestrado em Educação Matemática, vol 6, Série Reflexão em Educação Matemática, 1999.

BORBA, M. O uso de calculadora gráficas no ensino de funções na sala de aula. **Semana de Estudos em Psicologia da Educação Matemática**. Recife: livro de resumos, mar.1995, p. 67 – 72.

BUENO, N. L. **O desafio da formação do educador para o ensino fundamental no contexto da educação tecnológica**. Dissertação de mestrado. CEFET – PR. Curitiba. 1999.

CARVALHO, J.P. Vamos continuar usando a calculadora. **Revista do Professor de Matemática**, n. 51, p.25 – 28, 2003.

CARVALHO, D. L. **A concepção de matemática do professor também se transforma**. Campinas: UNICAMP, 1989. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1989.

COELHO, A. Uso de calculadoras em trigonometria. **Educação e Matemática**, n. 15, p. 29 – 30, Lisboa, 1990.

CURY, H.N. **As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos**. Tese de doutorado. UFRGS. Porto Alegre, 1994.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. Summus, Campinas – SP. 3ª ed. 1986

DICK, T. The continuing calculator controversy. **Arithmetic Teacher**, v. 35. Reston: NCTM, 1988.

FALZETTA, R. A calculadora libera a turma para pensar. **Nova escola –on line**.n. 168. dez 2003. Disponível em <[http:// novaescola.abril.com.br](http://novaescola.abril.com.br)> . Acessado em 21de set.2005.

FERNANDES, D.N. **Concepções de Professores de Matemática: uma contra doutrina para nortear a prática**. Dissertação de mestrado. UNESP. Rio Claro – SP. 2001.

FERREIRA, A.B.H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 3 ed. Curitiba:Positivo, 2004.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. **Revista Zetetiké**.v. 4, n. 3, p. 1-37, 1995

GARNICA, A. V. M. ; FERNANDES, D. N. . Concepções de Professores Formadores de Professores: exposição e análise de seu sentido doutrinário. **Quadrante**, Lisboa-Portugal, v. 11, n. 2, p. 75-98, 2003.

GOMEZ, L.A.; PEINADO.N. L.;CARRETERO, V.M.J. Una leccion de matemáticas con calculadoras gráficas: la calculadora gráfica en clase, para que?. **Revista Epsilon** n. 31-32, p. 89-102, 1995.

GUIMARÃES, H. M. **Ensinar Matemática: concepções e práticas**. Lisboa: Associação dos Professores de Matemática, 1993. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1998.

GUTTENBERG, W.E. La calculadora en la enseñanza de la matemática. **Revista Suma**, n. 7, p. 65-67, 1991.

HEMBREE, R. research gives calculators a green lighth. **Arithmetic Teacher**, v. 34, n. 1 Reston: NCTM, 1986.

HEMBREE, R; DESSART, D.J. Effects of hand-held calculators in precollege mathematics education: a meta-analysis. **Journal of Research in Mathematics Education**, v.17, p. 83- 89. Reston:NCTM, 1986.

KUMAYAMA, H. Uso inteligente da calculadora. **Revista do Professor de Matemática**, n. 39, p. 17 – 19, 1999.

LIMA, E. L. Deve-se usar máquina calculadora na escola? **Nonius**. n. 27, jan/fev 1991. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius>> . Acessado em 21 de set. 2005.

LITWIN, E. **Tecnologia Educacional, política, história e propostas**. Artes Médicas. Porto Alegre, 1997.

LION, G.C.. **Mitos e realidades na Tecnologia Educacional**. In LITWIN, E. (org): Tecnologia Educacional, política, histórias e propostas. Artes Médicas. Porto Alegre, 1997.

LOUREIRO, M.C. **Calculadoras na Educação Matemática: uma experiência na formação de professores**. Lisboa: coleção teses, 1991. (dissertação de mestrado)

MARTÍ, J.C.V. Con la calculadora. **Revista Suma** n. 2, p.42-43, 1989.

MATOS, J.F. A epêntese da calculadora na proposta de novos programas de Matemática do 3º ciclo. **Educação e Matemática**, Portugal, n. 11, p. 9-10, 3º trimestre de 1989.

MAZZOTTI, A.J.A.; GEWANDSNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. Pioneira. São Paulo. 2002.

MEDEIROS, J.A.;MEDEIROS, L.A. **O que é Tecnologia**. Editora Brasiliense. São Paulo – SP. 1993.

MOCROSKY, L.M. **Uso de calculadoras em aulas de Matemática: o que os professores pensam**. Dissertação de Mestrado. UNESP. Rio Claro, 1997.

\_\_\_\_\_ **A calculadora: desenvolvimento histórico**. Anais do VI Seminário Nacional de História da Ciência e de Tecnologia. p.410 –414, 1997.

MORAN, J.M. Novas tecnologias e o reencantamento do mundo. **Revista Tecnologia Educacional**, v.23, n. 126, p.24 -26, set- out 1995.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **Curriculum and Evaluation Estandards for School Mathematics**. Reston: NCTM, 1989.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS . **Agenda para Acção: recomendações para o ensino de Matemática nos anos oitenta**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1980

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS . Calculadoras na Aula de Matemática. **Nonius**, n. 7, out/nov/dez 1987. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius>>. Acessado em 21 set.2005

OLIVEIRA, JOSÉ C.G. **A visão dos professores de Matemática do Estado do Paraná em relação ao uso de calculadoras nas aulas de Matemática**. Tese de doutorado. Campinas, SP. 1999.

\_\_\_\_\_. Adição de frações usando calculadora. **Revista do Professor de Matemática**, n.21, p.33 – 34, 1992.

PIERRO NETTO, S. Cálculo mental x máquina de calcular. **Educação e Matemática**. São Paulo, p.14-17, abr. 1979.

PONTE, J. P. A calculadora e o processo de ensino-aprendizagem. **Educação Matemática**, Portugal, n. 11, p. 1-2, 3º bimestre de 1989.

\_\_\_\_\_. Investigação, dinamização pedagógica e formação de professores: três tarefas para a renovação da Educação Matemática. In PONTE, J.P., **Prof. Mat: revista teórica e de investigação de Educação Matemática**, 2, p. 14-15, Lisboa. Portugal, 1986.

POZO, Juan Ignácio (org). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Artmed, Porto Alegre, 1998.

PUCCI, L.F.S. **Educação Politicamente Incorreta**. Instituto Galileo Galilei para a Educação. 2003. Disponível em <[www.geocities.com](http://www.geocities.com)> . Acessado em 21 de set. 2005.

REVISTA EDUCAÇÃO E MATEMÁTICA. Sobre a proibição das calculadoras gráficas. Revista da Associação de Professores de Matemática: Portugal, n. 29, p.2, 1º trimestre de 1994.

REYS, B. J. A calculadora como uma ferramenta para o ensino e a aprendizagem. **Educação e Matemática**. Portugal, n. 11, p.19-21, 3º trimestre de 1989.

REYS, R. et al. Hand Calculators: What's happening in school today? **Arithmetic teacher**.USA, v. 27, n. 6, p. 38-43, fev. 1980

SANCHEZ, M.A.J. Las calculadoras en las clases de Matemáticas. Revista Suma, n. 18, p.49-55, 1994.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWIER, C.D. **Ensinando com tecnologia: criando salas de aula centradas nos alunos**. Artes Médicas. Porto Alegre, 1997.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Orientações curriculares de Matemática**. Curitiba – PR, Fev.2006.

SETZER, VALDEMAR W. **Meios eletrônicos e educação: uma visão alternativa**. Escrituras editora. São Paulo, 2002.

SILVA, A. V. Calculadoras na educação Matemática – contributos para uma reflexão. **Educação e Matemática**, Portugal, n. 11, 3º trimestre de 1989.

SILVA, A.; LOUREIRO, C.; VELOSO, M.G.. **Calculadoras na Educação Matemática**. Lisboa, Associação de Professores de Matemática, 1989.

SILVA, J. C. Decorar a tabuada ou utilizar as calculadoras? . **Nonius**, n. 0, 1986. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius>>. Acessado em 21 set.2005

\_\_\_\_\_. Atividades de análise elementar com calculadoras. **Nonius**. n. 22, jan. 1990. Disponível em <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius>>. Acessado em 21 set.2005

SUYDAM, M.N. Indications from Research on Problem Solving. **Teaching and Learning – a problem – solving focus**, p. 99-114. Reston: NCTM, 1987.

THOMPSON, A.G. Teacher's beliefs and conceptionss: a synthesis of the research. In: GROUWS, D.A. (ed). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 127 – 146.

TORRES, A. C.A. Atividades com la calculadora Classpad. **Revista Epsilon**, 2º quadrimestre, p. 223 –242 , 2003.

VELOSO, G. A calculadora como ferramenta na resolução de problemas. **Educação e Matemática**, Portugal, n. 11, p. 11- 12, 3º trimestre de 1989.

VIZMANOS, R.J. Desaperacerá el álgebra elemental con la utilización de las nuevas calculadoras gráficas?. **Revista Suma**, novembro de 1997, p. 53- 58.