

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
CELSO SUCKOW DA FONSECA - CEFET/RJ

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DISSERTAÇÃO

CRIANDO AMBIENTES MATEMÁTICOS COM PLANILHAS ELETRÔNICAS

Walter Tadeu Nogueira da Silveira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM MATEMÁTICA.

Tereza Maria Rolo Fachada Levy Cardoso, D.H.  
Orientador

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
MAIO / 2007

**SUMÁRIO**

	Pág.
<b>INTRODUÇÃO</b>	1
<b>CAPÍTULO 1- COGNIÇÃO E EMOÇÃO EM MATEMÁTICA</b>	5
<b>CAPÍTULO 2 - LÓGICA E MATEMÁTICA</b>	33
2.1 - Lógica e pensamento matemático	33
2.2 - A Ciência da Computação e a Educação	47
2.3 - A Implementação da Informática nas Escolas como Política Pública no Brasil	53
<b>CAPÍTULO 3 – A INFORMÁTICA NO COLÉGIO PEDRO II</b>	59
3.1 - Os Conteúdos Matemáticos e as Planilhas Eletrônicas	63
3.2 - Construindo um Projeto de Jogos em Planilhas pelos estudantes	66
3.2.1 - A compreensão do Projeto	68
3.2.2 - A parceria entre professor e estudante	71
3.3 - Construindo um Projeto em Planilhas para estudos de Racionais	80
<b>CONCLUSÕES</b>	84
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	85

S587 Silveira, Walter Tadeu Nogueira da  
Criando Ambientes Matemáticos com Planilhas Eletrônicas / Walter Tadeu  
Nogueira da Silveira. – 2007  
vii, 86f. il. color.; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca, 2007.  
Bibliografia: f. 85-86

1. Colégio Pedro II - História 2. Matemática (Ensino Fundamental) –  
Estudo e ensino 3. Construtivismo (Educação) 4. Informática na Educação  
5. Tecnologia educacional I. Título

CDD 372.7

À minha filha Alice

## Agradecimentos

- Aos meus pais pela prioridade que sempre deram a minha educação e formação.
  
- Aos professores do Mestrado Profissional em Ciências e Matemática que em cada disciplina propiciaram muitas conquistas, a saber:
  - a) Conhecer e discutir historicamente minha prática acadêmica;
  - b) Rever temas da formação específica da área de Matemática;
  - c) Integrar áreas de conhecimentos científicos que melhoraram minhas aulas;
  - d) Criar aplicações computacionais e disponibiliza-las em rede para utilização efetiva;
  - e) Discutir as políticas educacionais e compreender melhor meu ambiente de atuação;
  - f) Aprofundar conceitos físicos e sua dimensão na ciência atual;
  
- Ao Professor Antonio Mauricio Castanheira das Neves (Dr), do CEFET-RJ, pelo início da orientação, discussões e sugestões.
  
- À Professora Tereza Maria Rolo Fachada Levy Cardoso (Dra), do CEFET-RJ pela paciência, atenção e orientação fundamental para a realização dessa dissertação.
  
- Ao Professor Rafael Barbastefano pelos ensinamentos complementares de uso das planilhas eletrônicas que foram fundamentais para a realização de alguns projetos mais complexos.
  
- À professora Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer (Dra) do CEFET-RJ que como responsável de ex-aluno, vislumbrou a possibilidade desse projeto e acreditou na minha competência.
  
- Às professoras Ana Cristina Barreto Leite, Maria Beatriz Rocha e Sonia Regina Natal de Freitas, do Laboratório de Informática do Colégio Pedro II, Humaitá I, pelos ensinamentos e apoio desde o ano de 1995, nas primeiras atividades em Informática, até hoje. Definitivamente foram responsáveis pelo meu desenvolvimento computacional.
  
- À Direção do Colégio Pedro II, Humaitá I, pelo apoio, confiança, disponibilidade do Laboratório de Informática para pesquisa e impressão de trabalhos.
  
- À Professora Sonia Maria da Silva Peixoto, do Colégio Pedro II, pela confiança e apoio desde o início desse projeto.
  
- Aos alunos do Colégio Pedro II, Humaitá I, dos anos de 2004, 2005 e 2006 pela participação, confecção e interesse em participar das atividades do Laboratório de Informática.

Resumo da dissertação submetida ao PPECM/CEFET-RJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em ensino de ciências e matemática.

## CRIANDO AMBIENTES MATEMÁTICOS COM PLANILHAS ELETRÔNICAS

Walter Tadeu Nogueira da Silveira

Maio de 2007

Orientador: Tereza Maria Rolo Fachada Levy Cardoso, Dra.

Programa: PPECM

A dificuldade no ensino da Matemática é analisada segundo visões psicológicas, pedagógicas e sociológicas. Os estudos mostram que historicamente alunos e professores lidam com crenças e medos da Matemática o que impede o desenvolvimento natural do aprendizado da disciplina em sala de aula. A partir da constatação dessa realidade, é apresentada uma metodologia de ensino que privilegie a construção de projetos em sala de aula pelos alunos com a mediação do professor. O conceito de *design* é apresentado através da construção de planilhas eletrônicas. Projetos são discutidos e desenvolvidos com o objetivo de explorar os conteúdos matemáticos e a divulgação dos resultados, tais como a criação de jogos matemáticos pelos alunos mais avançados que seriam aplicados nas séries escolares iniciais. Baseia-se num desenvolvimento ao longo de três anos que é explicitado desde a sua etapa inicial até a final, neste trabalho, acompanhando a evolução do aluno em seu aprendizado. O corpo discente, objeto deste projeto, teve significativo incremento de sua performance em séries escolares posteriores reforçando a sua autoconfiança, auto-estima, valorização de habilidades e competências. A forma como são apresentados e divulgados os resultados recebe novo enfoque o que transforma-se em uma nova proposta pedagógica que otimize o uso das salas de Informática, antes restritas às atividades extra-classe, agora transmutadas em salas de aula de Matemática onde a planilha eletrônica seja uma ferramenta de aprendizagem e simulação.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional, Educação Matemática, Planilhas Eletrônicas

Abstract of dissertation submitted to PPECM/CEFET/RJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Mathematics or Physics.

## CREATING MATHEMATIC ENVIRONMENT WITH ELECTRONICS SPREADSHEETS

Walter Tadeu Nogueira da Silveira

May /2007

Supervisor: Tereza Maria Rolo Fachada Levy Cardoso, D. H.

Program: PPECM

The difficulty in Mathematic teaching is analysed according to psychological, pedagogic and sociological approaches. A research has shown that students and teachers have been dealing with historical Mathematic beliefs and fears that hinder the natural development of the subject in the classroom. This understood, one teaching methodology which gives the necessary tools for projects development is present. The design concept appears while electronic spreadsheets are being built with the aid of the teacher. Projects are discussed and developed in order to explore Mathematic contents and results. One way to spread results is to have advanced students make games to be used by lower-level students. This project has been developed for 3 years and is presented in this work from its first steps to the final ones. Following students in their learning process it was noted that student exposed to this program in lower grades tend to be better learners and improve their performances in upper grades. They improve self-confidence, self-esteem and learn to cherish personal abilities and competences. The method to present results is, in itself, a new pedagogical proposal which optimizes the info labs. Formerly restricted to extra-classes activities, they now become Mathematic classroom and electronic spreadsheets become a tool to learning and simulation.

Keywords: Educational Technology, Mathematic Education, Electronics Spreadsheets

## INTRODUÇÃO

O Ensino Fundamental, no Brasil, possui uma terminalidade parcial no 5º ano (antiga 4ª série do 1º Segmento). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Ministério da Educação e Cultura), espera-se que o estudante nessa série escolar, no campo da Matemática, trabalhe com o sistema de numeração decimal até a ordem de bilhão, com as operações matemáticas de números inteiros e racionais positivos, ler e interpretar dados estatísticos e conhecer as principais formas geométricas e suas propriedades. Dentro desta expectativa, as atividades requerem ainda conteúdo que seja significativo e possibilite a integração entre os alunos, desenvolvimento da habilidade de trabalhar em equipe, debater, registrar resultados e formar um cidadão para uma boa convivência social.

O objetivo dessa dissertação é analisar textos que possibilitem ao professor do 5º ano (antiga 4ª série do 1º Segmento): criar ambientes de aprendizagem em sala de aula numa perspectiva construtivista respeitando as limitações da faixa etária, atuar de forma prática no ensino da Matemática reconhecendo o momento de interferir no debate entre alunos sem queimar etapas de descoberta, minimizar os medos e inseguranças do aluno em relação à Matemática e buscar uma atualização ou especialização na sua formação acadêmica. O trabalho apresenta uma proposta de utilização do computador no desenvolvimento de conteúdos aritméticos como ferramenta computacional motivadora no cenário tecnológico em que o aluno de hoje se insere.

O presente trabalho justifica-se na busca de melhoria da relação dos estudantes com a Matemática, considerando a mudança dos valores e do comportamento da família, escola e sociedade como um todo que precisa produzir um novo estudante e um novo professor, ambos inseridos num mundo onde a tecnologia se faz presente e os valores e emoções sobre o futuro são pragmáticos em relação ao passado. A utilização de tecnologia no ensino é um recurso que pode ajudar aos professores em criação de exemplos, exercícios ou observações de atividades abstratas (como números de ordem elevada). As planilhas eletrônicas, pela riqueza de seus recursos numéricos e gráficos, representam ferramentas tecnológicas auxiliares no processo de aprendizagem. Sua utilização, no entanto, não deve ser apenas como mero objeto

didático. As possibilidades de trabalhar em grupos ou duplas, simular situações, discutir e registrar resultados integrando-os a outras disciplinas e, com isso, promover a reflexão sobre a prática pedagógica entre professores, são reais.

As dificuldades encontradas pelos estudantes na aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental apresentam causas estudadas por especialistas em Educação Matemática. Destacam-se os estudos de Inés Chacon, Delia Lerner e Seymour Papert. Esses autores refletem sobre a atuação do professor de Matemática em sua prática docente possibilitando a participação do estudante no processo de aprendizagem, levando em conta as dificuldades apresentadas pela disciplina.

Lerner é professora do Departamento de Ciências da Educação na Universidade de Buenos Aires. O texto escolhido possui uma característica de defesa da linha piagetiana quanto aos equívocos cometidos em algumas avaliações dos efeitos da teoria de Piaget na educação. A interferência do professor no processo de aprendizagem é valorizada por Lerner que ressalta a importância do conhecimento acadêmico do professor em sala de aula. O profissional precisa ensinar, sem que esse termo signifique uma posição autoritária, mas deve permitir que os estudantes construam conceitos através de experimentação e debate coletivo ou em grupos. Essa posição não é de ausência, mas de observação, moderação procurando intervir no momento conveniente.

Uma investigação sobre crenças e afetividade em Matemática é apresentado no texto de Inés Chacon, pesquisadora da Universidad Pontificia de Comillas e que procura diagnosticar as causas do fracasso de estudantes em matemática, além do efeito emocional e psicológico provocado pela Matemática através das crenças culturais de professores e alunos. São propostas saídas que, se não eliminam os problemas, procuram conscientizar os profissionais da educação para uma reflexão sobre formação, metodologias e teorias psicológicas que permeiam o ambiente da aula de Matemática. A conexão entre afetividade e cognição é buscada durante o texto com depoimentos de estudantes que não se consideram aptos na disciplina, mas também não apresentam uma explicação clara. As diferentes razões para o mal desempenho é associada a dois universos distintos: dos professores com sua formação

pedagógica na disciplina e dos estudantes, com baixa auto-estima, preconceitos com a matemática trazidos de casa ou de outras opiniões.

A abordagem de novas tecnologias como estratégias de ensino, no uso do computador é tratada com mais profundidade nos capítulos 2 e 3, com fundamentação nos estudos de Papert e Donald Schön. Este, um defensor da necessidade da reflexão constante do profissional para uma competente organização e reformulação de seu trabalho. Schön desenvolve o conceito da pedagogia do design, desenvolvido em ateliês de pintura, sala de música e no magistério.

A formação de um aluno crítico, reflexivo e com postura cidadão está associada na ação do professor que necessita estar ciente de sua função como instrutor e mediador do processo de aprendizagem. O conhecimento do professor sobre a Matemática necessária ao desenvolvimento dos projetos é ressaltada, assim como sua atualização profissional no decorrer do exercício do magistério. A busca de uma construção que satisfaça tanto instrutor como aprendiz, no ambiente educacional, professor e aluno, discute a necessidade da ação e reflexão de ambos no processo. O debate de idéias, as dúvidas dos estudantes, a possibilidade da imitação como estratégia inicial, enfim, vários tópicos vão sendo abordados no desenvolvimento de projetos. Esse universo é apresentado, ao final deste trabalho, na construção de projetos por estudantes do 5º ano (antiga 4ª série do 1º Segmento) onde conteúdo matemático e a estética artística são contemplados em prol da aprendizagem.

Em todos os momentos, a postura docente, sua formação profissional e a necessidade da reflexão consciente de seu papel social, são ressaltados. A utilização de quaisquer ferramentas pedagógicas com possibilidades de amenizar as dificuldades e medos dos estudantes ante a matemática está, de alguma forma, relacionada à prática docente.

Esse trabalho possui relevância na medida em que discute construções de projetos matemáticos de sala de aula utilizando planilhas eletrônicas, com conteúdos da série e sugestões para desenvolvimento. Sem abrir mão da fundamentação matemática dos assuntos abordados no 5º ano (antiga 4ª série do 1º Segmento), é apresentada uma seqüência de orientações pedagógicas onde a verificação de conceitos e regularidades permite ao professor

ministrar suas aulas utilizando o computador sem perda da formalização necessária ao aprendizado.

A opção pela linha construtivista é resultado da orientação metodológica adotada no Colégio Pedro II desde a implantação das Unidades Escolares I (1º Segmento do Ensino Fundamental) em 1984. A partir de 1986 houve uma ampla capacitação com especialistas nas áreas de Ciências Exatas e Humanas promovendo um contato com a epistemologia genética de Jean Piaget e sua influência na educação. Além das atividades de Núcleo Comum, as experiências com Informática Educativa mostravam ser possível um processo de interação maior com a máquina através dos estudos de Seymour Papert, que havia trabalhado com Piaget e, mesmo com algumas ressalvas, percebia a importância deste teórico na fundamentação de uma metodologia de uso de computadores na escola. Nas atividades propostas pelos professores, a identificação dos conhecimentos prévios, bem como o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno na área, são levados em consideração. O contato com a máquina permite ao estudante avaliar suas ações e modificar um procedimento caso o queira. Não há o erro clássico, definitivo e imutável. O professor trabalha como mediador dessa aprendizagem aparentemente solitária, mas com intensa interação. O levantamento de hipóteses permeia sempre as aulas e os debates sobre desenvolvimento de projetos novos são constantes. De acordo com esse cenário, fundamentar o trabalho utilizando planilhas eletrônicas, com teóricos construtivistas, está ao alcance dos profissionais interessados em algo a mais em Informática Educativa.

Em meio a essas análises, são apresentados projetos desenvolvidos com alunos do Colégio Pedro II da Unidade Humaitá e as etapas de construção com intervenções de professor e aluno até o final da atividade. As planilhas foram testadas por alunos de série mais baixas e a avaliação do trabalho mediante as opiniões dos usuários, do professor e de outros setores da instituição.

## Capítulo 1 – Cognição e emoção na Matemática

A palavra matemática vem carregada de significados diferentes para os que se depararam com ela como disciplina ou situação de resolução de problemas. Responder perguntas matemáticas provoca, nos estudantes, emoções positivas ou negativas de acordo com as experiências vividas, ambiente em que ocorre, grupos social onde se encontram entre outros fatores culturais de valor.

Ensinar Matemática também requer do professor uma disponibilidade cognitiva e afetiva, pois sua relação com a disciplina poderá influenciar no valor e na emoção do estudante. O avanço das pesquisas na área da Educação Matemática revelou preocupações na solução dos problemas surgidos pelo desempenho imediato nas salas de aula, em testes institucionais de origem nacional ou internacional, e no efeito profissional da aplicação do pensamento matemático.

O contato com a Matemática, como disciplina, ocorre desde três anos de idade na Educação Infantil na resolução de situações-problema utilizando a expressão oral, e a partir dos seis anos, já no 1º Segmento do Ensino Fundamental, no conhecimento dos conceitos de número, operações fundamentais e resolução de problemas. Nessa faixa etária o que se espera do estudante, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e o Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II (capítulo 5, pag. 115), é que desenvolva o pensamento matemático, especule e levante hipóteses sobre as relações numéricas e expresse suas conjecturas com os colegas e professores sem medos ou frustrações resultantes dos chamados erros. Tal atitude é esperada num ambiente onde habite uma atmosfera construtivista e sócio-interacionista. O mediador dessa situação é o professor e sua atitude ante a disciplina e o tratamento do erro poderão colaborar para tal. Até que ponto o desenvolvimento do conhecimento influi nas emoções do estudante ante as situações matemáticas?

O ensino de Matemática é cercado de crenças e uma delas é de que o professor tem sempre razão e, por mais que se tente, a resposta certa está previamente pronta. Essa crença é cultural e inibe estudantes em expor suas teorias e o erro torna-se um disparador de

emoções que podem ser fisiológicas ou psicológicas. Pesquisadores da Educação Matemática apontam algumas características dessas emoções e estratégias que amenizem a visão de pais, estudantes e professores têm da Matemática objetivando que essa participação coletiva seja mais presente nas salas de aula.

Um ambiente onde a comunicação verbal ou escrita é utilizada desenvolverá de forma natural à construção de conceitos.

O psicólogo francês Gerard Vergnaud propõe na sua teoria dos Campos Conceituais, que *"um conceito não pode ser reduzido à sua definição"* e que *"é através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire significado para a criança"*.

Vergnaud (1985) define Campos Conceituais como sendo "um conjunto de situações cujo domínio requer uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão".

As crenças matemáticas envolvem estudantes de vários níveis além de professores e pais que foram estudantes um dia. Em seu livro "MATEMÁTICA EMOCIONAL", Inés Chacón (2003, p.20) levanta essa questão:

*"As crenças matemáticas são um dos componentes do conhecimento subjetivo implícito do indivíduo sobre a matemática, seu ensino e sua aprendizagem. Tal conhecimento está baseado na experiência. As concepções entendidas como crenças conscientes são diferentes das crenças básicas, que muitas vezes são inconscientes e têm o componente afetivo mais enfatizado. É definido, portanto, em termos de experiências e conhecimentos subjetivos do estudante e do professor"*.

A atitude frente à matemática pode interferir futuramente na auto-estima, formação de identidade e relação com a utilidade dessa disciplina na profissão. O ambiente de sala de aula é destacado até aqui como o lugar de construção de conjecturas, testagem de hipóteses e confronto de observações, onde cada estudante tem voz e a mediação do professor estará presente sem inibir, nem julgar negativamente o erro. Aliás, o erro nessa concepção de construção coletiva do conhecimento, não é o erro clássico significando má conduta ou merecedor de sanção social. Ele deve ser avaliado da mesma forma que o acerto, valorizando a atitude do estudante em expô-lo à turma e defendê-lo como um ponto de vista.

O significado de atitude em matemática difere do psicológico na medida em que segundo o professor D. B. Mcleod (1989) da Universidad del Estado de San Diego (EUA) procura medir componentes específicos como:

- Percepção do estudante diante da utilidade da matemática;
- Autoconceito do estudante ou confiança em relação à matemática;
- Percepção da matemática a partir do ponto de vista dos alunos, de seus pais e dos professores (não possui componente emocional);
- Ansiedade (forte componente emocional).

A atitude do professor em relação à Matemática influencia suas aulas no momento em que apresenta o valor que atribui ao pensamento do estudante e seu crescimento. Perceber os preconceitos emocionais, trazidos de casa ou criados na escola, e tratá-los de forma a minimizar seus efeitos na aprendizagem, propicia uma atitude positiva frente ao novo e uma disposição em aprender procurando contextualizar os conceitos. Ou seja, estudante e professor mantêm uma atitude positiva em relação à Matemática, cada um na sua função, buscando entendimento e solucionando as dificuldades controlando as crenças emoções negativas.

No entendimento de HART (1989) a atitude é:

*“Uma predisposição avaliativa (isto é, positiva ou negativa) que determina as intenções pessoais e influi no comportamento. Consta, portanto, de três componentes: um cognitivo, que se manifesta nas crenças implícitas em tal atitude; um componente afetivo, que se manifesta nos sentimentos de aceitação ou de repúdio da tarefa ou da matéria; e um componente intencional ou de tendência a um certo tipo de comportamento.*

Essa atitude frente ao objeto de estudo matemático delimita o comportamento posterior dos sujeitos da aprendizagem, de acordo com Chacón:

*“As atitudes em relação a matemática referem-se a valorização e ao apreço desta disciplina, bem como ao interesse por essa matéria e por sua aprendizagem, sobressaindo-se mais o componente afetivo do que o cognitivo; o componente afetivo manifesta-se em termos de interesse, satisfação, curiosidade, valorização, etc”. (2003, p.21)*

Essa preocupação com crenças e atitudes motivou estratégias entre pesquisadores de ensino de matemática seguidores da linha construtivista. Papert (1985) na defesa da proposta do uso de computadores em sala, criando um ambiente diferenciado e ao mesmo tempo

coletivo que colocaria professor e aluno em caráter investigativo ao construírem tarefas de programação, mostra possibilidades de participação independentemente do nível de conhecimento em que se encontram os sujeitos da aprendizagem. No momento da atividade, várias hipóteses podem ser levantadas, certas ou erradas, que serão discutidas e testadas. E observa: *“Um dos principais tópicos aprendidos pelas pessoas nas aulas de matemática é o sentido de possuir limitações rígidas. Adquirem uma imagem do conhecimento humano cheio de divisões que passam a ver como uma colcha de retalhos de territórios separados por cortinas de ferro intransponíveis.”*

PAPERT (1988) aborda, ainda, o medo de aprender que em matemática é provocador de bloqueios infantis que são levados até à vida adulta: *“Em nossa cultura o medo de aprender não é menos endêmico (embora mais freqüentemente dissimulado) do que o medo da matemática. As crianças iniciam sua vida como aprendizes ávidos e competentes. **Aprendem a ter problemas com a aprendizagem em geral e com a matemática em particular**”.*

As emoções provocadas pelas situações de sala de aula de matemática são de várias origens. É possível conhecer crianças que verbalizam sua incompetência com números ou operações em tenra idade sem ainda terem tido contato com matemática mais formal. De onde veio esse autoconceito?

CHACÓN (2003, p.24) aponta alguns caminhos nessa discussão a partir de resultados de outras pesquisas:

*“A aprendizagem é uma atividade mediada por outros (professores e alunos) e se desenvolve em um âmbito escolar com características específicas. Autores como PEHKNONEN (1996), MARTHA FRANK (1985) e CHACÓN (1997) apresentaram diferentes esquemas dos fatores que influem no comportamento do estudante para a resolução de problemas. O aumento progressivo da responsabilidade do aluno no planejamento, no controle do processo de aprendizagem e na avaliação supõe, necessariamente, levar em conta a regulação dos sentimentos, das atitudes e das crenças. [...] Por exemplo, os professores de matemática, os alunos e os pais têm uma visão própria de matemática de seu ensino e de sua aprendizagem. Essas crenças afetam as crenças do aprendiz e, geralmente, nem sempre do mesmo modo. A tomada de consciência da atividade emocional é um instrumento de controle pessoal, um poderoso mediador nas relações com os outros e um elemento-chave da auto-regulação da aprendizagem em sala de aula”.*

As dificuldades encontradas pelos estudantes um dia também foram de professores outrora alunos. A Matemática é apresentada como uma ciência exata e pronta nas salas de

aula, como se seu desenvolvimento ao longo da História não fosse permeado de divergências, dúvidas, conclusões precipitadas ou sem generalizações. Apresentar conceitos matemáticos e sua evolução histórica, bem como seus principais teóricos e o caminho percorrido até o formato atual humanizam a disciplina e seus autores, assim como os professores que, para os estudantes, aparecem como possíveis seres sem dificuldades ou que sempre as superaram de forma tranqüila. Inverter conteúdos, buscar outras abordagens, permitir conjecturas dos estudantes e investigá-las como possíveis dilui o aspecto emocional de inatingível que essa disciplina causa nas aulas e que ratificam as crenças trazidas pelos alunos.

A influência do meio social na vida das crianças é sentida desde seu ingresso na escola. Ela traz consigo informações obtidas pela observação do meio e pela transmissão verbal dos mais velhos e, logicamente, absorve-as e interpreta de seu jeito. A escola e a família são lugares de referência para a formação da auto-estima da criança e suas primeiras impressões sobre o mundo. PIAGET (1977) ressalta:

*“Ao conversar com seus familiares, a criança perceberá a cada instante que seus pensamentos são aprovados ou discutidos e descobrirá um imenso mundo de pensamentos que lhe serão exteriores, que a instruirão ou impressionarão de diversas maneiras. [...] Apesar da sua dependência das influências intelectuais do meio, o pequeno as assimila do seu jeito. Ele as reduz ao seu ponto de vista e conseqüentemente as deforma sem saber, pelo único fato de que ainda não distingue esse ponto de vista do dos outros, por falta de coordenação ou de **agrupamento** dos próprios pontos de vista”.*

Desta forma as impressões transmitidas sobre a matemática no âmbito familiar ou escolar vêm carregadas de emoções e crenças que já foram apontadas e influenciam de forma significativa na relação do novo estudante. CHACÓN (2003, p.30) conceitua a pessoa alfabetizada emocionalmente em matemática como aquela que *“desenvolveu sua inteligência emocional nesse contexto, que conseguiu uma forma de interagir com esse âmbito, e que considera muito os sentimentos e as emoções próprias e alheias”.*

Segundo a autora, a alfabetização emocional engloba habilidades tais como:

- Controle dos impulsos e das fobias em relação a disciplina;
- Autoconsciência;
- Motivação;
- Entusiasmo;

- Perseverança;
- Empatia;
- Agilidade mental, entre outras.

Nessa mesma linha de análise, PAPERT (1988) discute a falta do encanto e do prazer dos adultos em confronto ao das crianças. Mesmo crianças com problemas de desempenho em matemática mostram interesse e curiosidade em relação ao computador, jogos eletrônicos e novidades tecnológicas. E reforça:

*“A extensão na qual os adultos de nossa sociedade perderam a postura positiva das crianças frente à aprendizagem varia de indivíduo para indivíduo. Uma parcela desconhecida, mas certamente significativa, da população desistiu quase completamente de aprender. Essas pessoas raramente (para não dizer nunca) se empenham de modo deliberado em aprender alguma coisa e vêem-se ou como incompetentes ou como incapazes de sentir prazer em aprender. O custo pessoal e social é enorme: a matofobia pode cultural e materialmente, limitar a vida das pessoas”.* (p.62)

A auto-imagem que as pessoas têm de si é determinante em muitos casos na definição de sucesso ou fracasso escolar. As crenças e as emoções matemáticas habitam as sociedades e as dificuldades em penetrar no âmago dessas questões e resgatar a confiança na capacidade de aprender e reconhecer-se como um ser cognoscente. PAPERT acrescenta:

*“Embora essas auto-imagens negativas possam ser superadas, na vida de um indivíduo elas são extremamente fortes e auto-reforçáveis. Se as pessoas acreditam muito firmemente que não podem entender matemática, quase certamente conseguirão abster-se de tentar executar qualquer coisa que reconheçam como matemática. A conseqüência de tal auto-sabotagem é o insucesso pessoal, e cada fracasso reforça a convicção original. E tais convicções podem ser ainda mais insidiosas quando assumidas não só por indivíduos, mas por toda a nossa cultura”.* (p.63)

Nossa sociedade difunde a idéia de que há pessoas “boas em matemática” e outras que “não são boas para números”. As crianças crescem ouvindo tais afirmações como verdadeiras e criam suas crenças a partir da leitura de crenças alheias. Na escola ouvem estudantes antigos verbalizarem suas dificuldades, professores emitindo comentários valorizando sua disciplina em detrimento de outras e essa cultura do “difícil” e “fácil” vai-se arraigando e transformando-se em uma tradição escolar.

O pesquisador em educação matemática e afeto G. Mandler, destacou em seu modelo, o aspecto psicológico da emoção. Procura integrar a atividade fisiológica e o processo de

avaliação cognitiva. CHACÓN (2003) analisa esse modelo e comenta: *“Em sua concepção, a emoção é uma interação complexa entre sistema cognitivo e sistema biológico. Para ele, a experiência emocional deriva de dois conjuntos de fatores: a ativação do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e a avaliação cognitiva, que será a que determina a qualidade da emoção”*.

MANDLER (1984) explica que o SNA é um sistema que corresponde a certos eventos que requerem interrupção cognitiva. A atividade autônoma se produz pela interrupção e pela discrepâncias entre pensamentos e ações. Então, continua, será a não-confirmação ou frustração ou a não-finalização de algo já iniciado que ativará o SNA. No sistema cognitivo, o conceito de esquema é definido pelo pesquisador como representações da experiência que guiam a ação, a percepção e o pensamento, entre outros, que se desenvolvem em função da frequência de encontros iniciais relevantes.

Nas palavras do autor:

*“Discuti que na grande maioria das vezes o despertar visceral é seguido do aparecimento de alguma discrepância cognitiva ou conceitual ou da interrupção e do bloqueio de uma ação que está sendo desenvolvida nesse momento. Essas discrepâncias ou interrupções dependem, em grande parte, da organização das representações mentais sobre o pensamento e a ação. Dentro dos limites da teoria de esquemas, tais discrepâncias ocorrem quando as expectativas de algum esquema são muito altas. Este é o caso se o acontecimento que viola o esquema é pior ou melhor que as expectativas sobre o mesmo, tem a ver com o despertar visceral tanto nas ocasiões desagradáveis quanto nas agradáveis. Muitas emoções vêm depois dessa discrepância, porque discrepância produz o despertar visceral. [...] A emoção é a concatenação de um processo avaliativo e um despertar do sistema nervoso autônomo”*. MANDLER (1989)

Já foi mencionada a interação entre os alunos e professor na aula de matemática como elemento de construção social do conhecimento e os conflitos de idéias, observações, pontos de vista que aparecem. Nesse ambiente, as crenças e emoções estarão presentes e alunos com auto-estima baixa podem excluir-se de participar ou terem suas observações pouco valorizadas. O valor que o estudante atribui à sua fala, conjectura construída sobre o objeto estudado, conclusão ao fim de uma investigação matemática, depende dos valores que ele absorveu em casa e na própria escola. A associação das emoções em matemática está ligada aos valores. MANDLER (1989) clarifica essa ligação:

*“A natureza de nossas emoções está em função dos valores que operam e estão envolvidos nas **emoções** que ocorrem. O papel dos valores é uma questão central diante de uma mudança do clima emocional em*

*resolução de problemas matemáticos... Os pais, professores e os iguais são os principais transmissores de valores culturais, das avaliações positivas ou negativas que o estudante impõe ao seu mundo. Precisamos estar atentos à transmissão cultural dos valores... Gostaria de ver mais pesquisas sobre **valores matemáticos**. Quais as atitudes das crianças e dos adultos em relação a matemática e como essas variam por meio das aulas, dos diferentes subgrupos de nossa cultura? Quais surgem com mais intensidade?”*

Essa preocupação aparece em estudos mais gerais sobre a construção social do conhecimento. Os valores matemáticos permeiam aulas e ambientes fora dela. Um estudante com resultados positivos em solução de problemas lógicos ou numéricos recebe socialmente uma valorização diferente de outro que apresenta habilidades de escrita, canto ou desenho. Essa supervalorização da habilidade matemática é passada desde a família com citações e atribuições de genialidade ou inferioridade, de acordo com maior ou menor desempenho em ciências chamadas exatas. De certa forma define-se o indivíduo desde cedo como triunfante ou fracassado sem possibilidade de mudança de atitude. Lerner cita um comentário do pesquisador Perret Clermont num estudo sobre Piaget:

*“Piaget (1966) perguntava-se se as operações intelectuais eram produto da vida em sociedade [...] ou o resultado da atividade nervosa ou orgânica utilizada pelo indivíduo para a coordenação de suas ações. E respondia: “a sociedade é, como toda organização, um sistema de interações nas quais cada indivíduo constitui um pequeno setor biológico e social ao mesmo tempo. O desenvolvimento da criança é levado a cabo mediante interações contínuas, sendo excessivamente simples ver em tal desenvolvimento um simples reflexo da ação educadora dos pais ou dos professores”. LERNER(1995, p.106)*

Os estudos sobre uso de novas tecnologias na sala de aula trouxe um elemento novo na discussão sobre a resolução de problemas em matemática que, de certa forma, norteia o universo das crenças sobre capacidade ou habilidade em lidar com números. KAMII (1982, p.62) alerta:

*“Quando ensinamos número e aritmética como se nós adultos, fôssemos a única fonte válida de retroalimentação, sem querer ensinamos também que a verdade só pode sair de nós. Então a criança aprende a ler no rosto do professor sinais de aprovação ou desaprovação. Tal instrução reforça a heteronomia da criança e resulta numa aprendizagem que se conforma com a autoridade do adulto”.*

Papert acredita que trabalhar cooperativamente, mas com a possibilidade de depurar o erro individual frente ao computador pode garantir uma confiança no sucesso e a reflexão mais tranqüila de que o erro é efêmero, isto é, existe mas pode ser superado. Na linguagem de

programação LOGO o erro possui a denominação “bug” (a formiguinha do bolo) e quando uma ação não resulta em sucesso uma mensagem acusa o “bug” e o estudante pode e é estimulado a corrigi-lo. A correção recebe o nome de “debugging” ou depurar, na nossa linguagem computacional.

O autor compara com a matemática tradicional:

*“Numa aula de matemática típica, a reação da criança a uma resposta errada é tentar esquecê-la o mais rápido possível. Mas no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de **debugging** é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o **bug** ao invés de esquecê-lo. Nesse contexto há uma boa razão para estudá-lo: valerá a pena”. (PAPERT, 1988, p.85)*

A atenção que professores devem dar às emoções provocadas pelos erros ou interrupções será provavelmente um atenuante nos sentimentos de frustrações que levam ao abandono nas resoluções ou relaxamento pelo alcance do sucesso. Essa situação aborda o nível de controle que os alunos têm sobre suas emoções ante a resolução de problemas. Ter o nome citado em sala pode desencadear efeitos físicos de suor, tremor, alteração de batidas cardíacas, além de esquecimento momentâneo de conceitos simples já testados. A reação de pessoas, não só alunos como ex-alunos, com a matemática durante a exposição de suas habilidades, deve ser objeto de atenção para evitar constrangimentos que levem a equívocos quanto a capacidade em solução de problemas.

Além de Mandler, outro pesquisador sobre emoções em matemática apresenta seu modelo: B. Weiner, que formulou a teoria da atribuição. Essa teoria aborda os diferentes modos de explicar o comportamento social, suas atribuições causais e as explicações do senso comum.

Essa teoria analisa a procura das pessoas em explicar o porquê dos acontecimentos, a motivação das condutas próprias e alheias: buscam uma causa. As atribuições de causalidade são percepções frias e aparecem imediatamente após o resultado. Uma resposta incorreta, um teste com nota baixa, uma aprovação, um trabalho bem apresentado e elogiado, enfim, a emoção sentida quando do conhecimento do resultado de uma ação, produz no indivíduo um sentimento inicial de alegria ou tristeza, mas sem uma profundidade sobre as causas do resultado. Weiner aplicou essa teoria para explicar a motivação e a emoção. Segundo ele, a

motivação está determinada pelo que a pessoa pode obter (incentivo) e pela probabilidade de conseguir (expectativa). O segundo momento, da atribuição, traz uma reflexão interior que relaciona situações externas ou internas que causaram o resultado. Estudantes com pouco incentivo tendem a externarem pensamentos pessimistas sobre si mesmos alegando incompetência, pouca inteligência, falta de memória e ausência de objetivo a ser alcançado. Outro com grande incentivo e com uma expectativa de sucesso traçando metas, demonstra orgulho, satisfação e reconhecimento pelo esforço e capacidade de superação.

Os estudantes, dependendo de seu sucesso ou fracasso, procuram atribuir causas externas que podem ser, segundo WEINER (1986):

- Tive sorte;
- Fiquei doente no dia da prova;
- O professor me persegue;
- A tarefa era difícil;
- Não estudei para essa prova, etc.

Apesar de verbalizar a situação, a dimensão afetiva do acontecimento influenciará na visão que o estudante construirá de si. A relação entre dimensões de causalidade e emoção não é fixa, mas predominantemente em uma cultura.

*“As dimensões da causalidade percebida desempenharão um papel importante no processo emocional, e cada uma delas inclui uma série de sentimentos: a interiorização causal aparecerá associada a sentimentos referentes à auto-estima, mais do que a externalização. Assim, os sentimentos aparecem a partir de como se constrói ou se avalia um acontecimento”. CHACÓN (2003, p.40)*

A perspectiva cognitivista que permeia todo esse estudo está relacionada à estrutura social e cultural na determinação do estado afetivo. Durante as explicações anteriores as emoções foram tratadas individualmente embora fosse sempre incentivada a cooperação coletiva como fator de construção social do conhecimento. Vale lembrar que as turmas são, em geral, de classes sociais diferentes, orientações familiares heterogêneas e por isso a atenção nas discussões requer cuidados do mediador, no caso, o professor.

Na linha construtivista, o trabalho em pequenos grupos ou duplas é defendido e visto como auxiliar na construção da identidade do estudante a partir do confronto de idéias. O erro pode ser positivo e a defesa de pontos de vista enriquecedora. KAMII (1982, p.63) comenta:

*“Não é verdade que as crianças tenham que ser instruídas ou corrigidas por alguém que sabe mais do que elas. No âmbito lógico-matemático a confrontação de duas idéias erradas pode fazer surgir uma outra que seja mais lógica do que uma das outras duas. [...] Corrigir e ser corrigido pelos colegas nos jogos em grupo é muito melhor do que aquilo que porventura possa ser aprendido através das páginas de cadernos de exercícios”.*

Caberá ao professor administrar as correções, estimular a habilidade de ouvir o colega, debater com ética, respeitar as diferenças de cultura e trabalhar o exercício da argumentação. As atividades em dupla ou grupo possibilitam a pluralidade de soluções e posterior análise da veracidade das conclusões. O exercício solitário de busca por parte do estudante e avaliado pelo professor enfraquece a proposta de construção do conhecimento coletivo, já que o poder de argumentação do aluno junto ao professor é inibido pela sua posição intelectual hierárquica, que gera os sentimentos inferiores já estudados, devido às crenças da onipotência do mestre. O debate entre colegas, no entanto, sugere aprofundamento das questões, revisões de opiniões e desmitificação da verdade única. Submeter os resultados de uma discussão de grupo ao restante da turma atenua a responsabilidade do aluno relator.

Estudiosos que defendem a importância dessa interação entre os estudantes e, conseqüentemente, a troca dessas emoções diante do objeto matemático, também estudam e orientam a ação docente:

*“Quando o professor adota, provisoriamente, uma atitude de neutralidade em face das posições dos alunos, quando não estabelece explícita nem implicitamente sua avaliação do que as crianças dizem ou fazem, estas são obrigadas a argumentar em defesa de suas hipóteses, das suas interpretações ou de suas estratégias. Dessa maneira, a discussão se aprofunda e contribui efetivamente para o progresso do conhecimento”.*  
LERNER (1995, p.126)

Essa atitude docente não implica em eximir o professor da responsabilidade de acompanhamento e possível interferência no processo de interação. A idéia é de estimular a autonomia e capacidade de argumentação e organização lógica de pensamento entre os estudantes.

O termo facilitador da aprendizagem precisa ser empregado com cuidado, pois a posição de informante dos conteúdos a serem aprendidos dá ao professor a responsabilidade sobre os temas. A forma como serão abordados é flexível. O professor, no entanto, precisa estar atento para que a liberdade da busca e discussão não afaste os estudantes do real objetivo da aula, nem que a propagação de erros leve a internalização de conceitos que dificultarão aprendizagens futuras. A posição de observador do processo de discussão coletiva em grupos e duplas implica em intervenções através de perguntas que propiciam reflexões. O professor deve participar quando solicitado pelo grupo e não por um indivíduo, pois assim particulariza o que deveria ser coletivo. Isso de forma alguma implica em ausência de discussão nem posição fixa em sala. A autora preocupa-se com essa postura e alerta:

*“Naturalmente, neutralidade não significa inatividade: o professor facilita a comunicação, incita a explicitação dos diferentes pontos de vista, salienta as coincidências e as discrepâncias, decide em que ordem elas serão discutidas, põe em evidência a suficiência ou insuficiência da informação disponível, ajuda a definir conclusões, recorda dados ou conclusões prévias pertinentes à discussão, coloca contra-exemplos, faz com que as normas estabelecidas para a discussão sejam respeitadas...”. (LERNER, 1995, p.126)*

Durante as atividade em grupo há formas de divulgação de resultados que possibilitem discussão posterior com revezamento de elementos de um grupo em outros com dinâmicas de grupos convenientes. Essa ação exige que todos os estudantes de um grupo se insiram nas discussões, já que serão relatores na formação de outros grupos. Nesse momento há, ainda, a possibilidade de reorganização das conclusões. As conjecturas ficam diluídas em vários momentos e o aspecto emocional que inibiria uma exposição oral de resultados matemáticos coloca todos na posição de autores e construtores de conhecimento. O professor participa no fechamento da atividade enriquecendo o que for necessário, mas valorizando o esforço individual que possibilitou o sucesso coletivo.

Segundo CHACÓN (2003, p.42) para o interacionalismo simbólico, quatro premissas gerais são apropriadas para explicar a construção da afetividade que a pessoa realiza:

- As definições da situação e a interpretação do ator social são essenciais para compreender sua conduta. O ator constrói sua afetividade a partir do processo criativo;
- A conduta humana é emergente, continuamente construída durante sua execução;

- As ações dos indivíduos aparecem influenciadas por seus estados internos e impulsos, bem como pelos estímulos e acontecimentos externos. As percepções e as interpretações emocionais do ator são moldadas tanto pelos elementos externos, quanto internos.
- As estruturas sociais e as regulações normativas são o marco da ação – mais que seu determinante – e modelam a conduta sem, inevitavelmente, ditá-la.

Desta forma a socialização do sujeito afeta suas emoções em uma dada situação. As culturas enfatizam ou suprimem diferentes elementos afetivos e, geralmente, as pessoas descarregam ou **desanuviam** suas emoções nas formas culturalmente prescritas.

Ao confrontarmos opiniões de alunos num debate haverá, apesar das diferenças já apontadas, uma confluência de emoções que as restringe em intensidade mediadas pela cultura local. CHACÓN (2003, p.45) resume:

*“Para os construtivistas sociais, as emoções são construídas socialmente (são constituída socioculturalmente) a partir da linguagem, das normas culturais de interpretação, expressão e de sentimento de emoções, assim como dos recursos sociais dos sujeitos. As emoções estão constituídas de tal forma que sustentam e orientam o sistema de crenças e de valores. A emoção é uma atitude global ou uma representação interiorizada das normas e das regras sociais”.*

Uma orientação dos construtivistas sociais aos educadores é que devem centrar-se em fatores situacionais como organizar e definir as tarefas no trabalho diário, criando oportunidades para iniciar um diálogo sobre as crenças e os valores de professor e aluno.

Durante a aula de matemática o professor depara-se com situações em que as crenças e os medos surgem de forma diferenciada. Estudantes podem verbalizar sua ansiedade pelo fracasso ou simplesmente apresentar atitudes de repúdio, desânimo ou agressividade em relação aos colegas do grupo. CHACÓN (2003, p.56) aponta semelhanças e diferenças de atitudes ao estudar respostas afetivo-cognitivas dos estudantes em interação na aula de matemática:

### 1) **Semelhanças**

- Na vivência de falta de confiança em suas possibilidades para enfrentar os problemas matemáticos;

- No medo de vivenciar, novamente, experiências marcadas como negativas na escola, ou diante de experiências em que fracassaram;
- Na pouca dedicação a tarefas de resolução de problemas (processos, etc.), manifestando resistência, medos e insegurança, preferindo os exercícios de aplicação direta;
- Na provocação de brigas no grupo quando não conseguem trabalhar uma atividade matemática.

## 2) Diferenças

- Inseguranças nas relações e nas transferências em oficinas, as quais dependem ou estão vinculadas ao seu posicionamento e a sua experiência;
- Nas representações auxiliares que usam em seus raciocínios matemáticos, em suas formas de pensar; alguns utilizam procedimentos próprios ou estratégias informais adquiridas no contexto da prática ou da vida cotidiana; diversas imagens da oficina ajudam a apreender a estrutura do problema;
- Na interação com os iguais; esta depende de seu posicionamento no grupo.

O ambiente em que se desenrola a aula de matemática está repleto de situações como as descritas e, lidar com elas é lidar com as crenças, afetos e expectativas dos estudantes em relação à própria capacidade de aprender. Cada aluno tem consigo uma representação de sucesso ou fracasso referente ao seu contexto social. Lidar com essa representação individualmente é delicada e ao confrontá-la no grupo de debates, essa visão pode desencadear outras crenças que precisam ser estudadas para desanuviá-las.

Nesse ambiente construtivista apresenta-se a figura do professor como o elemento que, além de mediar situações de aprendizagem, terá a responsabilidade de lidar com essas emoções internas e externas, onde o desânimo e sensação de fracasso do estudante ao aprender misturam-se ao seu de ensinar. Que atitude tomar frente a esse desafio? A postura psicológica indica o caminho didático para conduzir ao aprendizado? Questões como essas surgem, hoje, na estruturação dos cursos de formação docente ou de capacitação em professores de matemática.

LERNER (1995, p.114) discute o tema e levanta questionamento análogo:

*“Piaget afirmava que uma cooperação autêntica só é possível entre pares, porque o poder do adulto age como coativo, exerce coerção sobre o pensamento infantil. [...] Da nossa perspectiva didática, essa constatação transforma-se em um problema: como fazer para que a autoridade do professor seja utilizada não para impor suas idéias, mas para propor situações problemáticas que tornem necessária a elaboração de novos conhecimentos pelas crianças, para conduzir o processo de aprendizado à reconstrução do conhecimento válido, para legitimar o direito dos alunos a reelaborar o conhecimento pondo em ação suas próprias conceitualizações – mesmo que errôneas – e confrontando-as com seus colegas, para promover um intercâmbio efetivo de informações que resultem significativas porque constituem respostas a interrogações surgidas no processo de elaboração?”.*

A resposta a essas perguntas requer disponibilidade dos professores e da própria escola em rever seus papéis ao longo da história e reconhecer a influência das emoções e crenças na atividade cognitiva do estudante. Existe uma cultura arraigada do poder da verdade nas mãos do professor e amenizar essa situação é delicada. O professor precisa rever sua formação, refletir sobre a matemática que ensina e procurar a honestidade didática na sua prática. PAPERT (1985) sinaliza nesse sentido ao descrever:

*“Perguntei a vários professores e pais o que eles pensavam sobre matemática e por que era importante aprendê-la. Poucos tinham uma visão que fosse suficientemente coerente para justificar a dedicação de centenas de horas da vida de uma criança para aprendê-la, e as crianças percebem isso. Quando o professor fala para o aluno que a razão é ser capaz de conferir o troco no supermercado, o professor é simplesmente desacreditado.[...] O mesmo efeito é produzido quando as crianças ouvem que matemática escolar é divertida, quando elas sabem muito bem que os professores que dizem isso gastam suas horas de lazer com qualquer coisa menos com essa **divertida** atividade”.* (p.72)

Embora carregada de certa ironia o comentário de Papert incita uma discussão sobre o papel do professor no contexto da aula construtivista e a necessidade de reflexão sobre sua prática.

A formação do professor, seja para séries do 1º e 2º Segmentos do Ensino Fundamental, seja para o Ensino Médio, é preparada para que ele exerça sua profissão por 30 ou 40 anos. Nos tempos atuais, essa formação carece de revisão. Conteúdos, posturas, ética, habilidades com etnias diferenciadas e suas culturas, nova ordem mundial, famílias mais ausentes, aumento da população, novas profissões exigindo habilidades diversas, enfim, uma gama de situações que o professor sozinho terá dificuldades em dar conta.

No estudo das crenças em matemática, a reflexão do professor sobre sua prática pode colaborar na sua atuação em sala.

CHACÓN (2003, p.65) cita, de acordo com a ênfase dada pelos professores em sala de aula, a visão do profissional:

- Um instrumentalista ensina de maneira prescritiva, enfatizando regras e procedimentos;
- Um platônico ensina enfatizando o significado matemático dos conceitos e da lógica dos procedimentos matemáticos;
- Um matemático que estiver na linha da resolução de problemas enfatizará atividades que levem o estudante a interessar-se por processos gerativos da matemática.

Continuando a análise, a autora classifica o papel de cada um deles:

*“O papel do professor varia em cada um deles. No primeiro caso, é somente um instrutor. No entanto, no terceiro, é facilitador ou mediador na construção do conhecimento matemático, existindo uma correlação similar com o uso dos materiais curriculares”. A abordagem do educador em relação à construção do conhecimento matemático e a dinâmica de sua aula são, segundo a autora, influenciados por suas crenças que se relacionam com sua prática levando em consideração “a grande influência do contexto social” e “o nível de consciência das próprias crenças”.*

Aparece atualmente o conceito de professor reflexivo. O que seria? O termo na verdade é mais amplo. A reflexão sobre sua prática deve ser exercitada por todos os profissionais comprometidos com seu trabalho. No caso da escola, o professor possui múltiplas tarefas em seu cotidiano. Suas crenças estão presentes no planejamento, execução e avaliação de sua atividade. Modificações em sua prática sejam no momento da aplicação, seja posterior a ela são atitudes que indicam reflexões para que (re) organize sempre sua ação.

CHACON continua: *“Em uma mesma escola, apesar de os professores terem diferentes crenças, as práticas escolares podem ser similares, embora estas entrem em conflito com as crenças”.* (Idem)

O que se entende por reflexão sobre a prática?

Exige-se hoje do professor mais que a transmissão de conteúdos e atribuições de notas. Onde e como deve ser realizada a formação continuada? Que saberes e competências se esperam do professor?

Phillipe Perrenoud, em entrevista a revista Nova Escola (2005) diferencia pensamento e reflexão:

*“Pensar é uma atividade permanente e espontânea do ser humano, que acontece mesmo durante o sono. Já a prática reflexiva normalmente é instigada pelo aparecimento de um problema, e requer um certo método. O pensamento acompanha a ação; a reflexão pode interrompê-la, precedê-la, segui-la, suspendê-la”.*

A atuação do professor nos dias atuais exige que essa reflexão seja constante e possa redirecionar seu trabalho. Ao final de suas aulas, o professor deve avaliar seu dia, sua estratégia de abordagem do conteúdo, registrar suas atividades e verificar a relevância delas para o aprendizado do estudante. No que tange a avaliação, o que é relevante ou não durante as aulas, exige uma prática voltada para a contextualização dos conteúdos e a consciência dos requisitos para um conhecimento posterior. A avaliação prevê uma comparação entre um estágio prévio de aprendizagem e outro após contato com atividades de sala. As modificações podem ocorrer previamente ou no momento da ação. A importância de refletir é destacada ainda pelo educador:

*“É importante para todos, na profissão, no esporte, nas artes, nos relacionamentos, compreender porque as coisas acontecem de determinada forma, porque alguns projetos dão certo e outros não. No caso do magistério, isso se torna ainda mais relevante, já que é uma profissão em que precisa-se lidar diariamente com o fracasso. Ensinar é uma prática extremamente complexa, que jamais será eficaz para todos os alunos. Depende de estratégias pedagógicas, de uma boa combinação de conteúdos e táticas. E principalmente dos estudantes – da sua cooperação, da sua vontade de aprender. A reflexão ajuda o professor a compreender cada vez melhor o que está em jogo e a ter controle sobre isso.” (IDEM)*

Antonio Nóvoa, Doutor em Educação e catedrático da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Lisboa, em entrevista à revista Salto (2001) apresenta sua visão sobre a educação atual e as atribuições do professor:

*“É difícil dizer se ser professor, na atualidade, é mais complexo do que foi no passado, porque a profissão docente sempre foi de grande complexidade. Hoje, os professores têm que lidar não só com alguns saberes, como era no passado, mas também com a tecnologia e com a complexidade social, o que não existia no passado. Isto é, quando todos os alunos vão para a escola, de todos os grupos sociais, dos mais pobres aos mais ricos, de todas as raças e todas as etnias. Quando toda essa gente está dentro da escola e quando se consegue cumprir, de algum modo, esse desígnio histórico da escola para todos, ao mesmo tempo, também, a escola atinge uma enorme complexidade que não existia no passado. [...] Mas isso acontece, também, por essa incerteza de fins e de objetivos que existe hoje em dia na sociedade”.*

A democratização do ensino supõe iguais oportunidades de acesso aos conhecimentos pelos diferentes alunos. Nesse cenário, a formação do professor não suporta somente conteúdo, mas consciência de seu papel como formador de futuras gerações para um mundo cada vez mais informatizado, com etnias e culturas diferentes, bem como a inclusão de portadores de deficiências físicas. A reflexão faz-se necessária em tempo real, além do planejamento anterior. Lidar com essas diferenças, mediar discussões, manipular as diversas crenças e emoções em relação à matemática vem ampliar a atuação do profissional da educação. A formação do professor visando essas expectativas sociais requer planejamento e recursos. Formação, capacitação e valorização salarial após anos de trabalho.

Nóvoa, na mesma entrevista, aponta alguns caminhos:

*“Durante muito tempo, quando nós falávamos em formação de professores, falávamos essencialmente da formação inicial do professor. Essa era a referência principal: preparavam-se os professores que, depois, iam durante 30, 40 anos exercer essa profissão. Hoje em dia, é impensável imaginar esta situação. Isto é, a formação de professores é algo, como eu costumo dizer, que se estabelece num **continuum**. Que começa nas escolas de formação inicial, que continua nos primeiros anos de exercício profissional. Os primeiros anos do professor – que, a meu ver, são absolutamente decisivos para o futuro de cada um dos professores e para a sua integração harmoniosa na profissão – continuam ao longo de toda a vida profissional, através de práticas de formação continuada”.*

Essa formação continuada vem na forma de capacitação, remunerada ou não, promovida pelas escolas ou pelos órgãos que gerenciam a educação. Os agentes desse programa nem sempre estão em consonância com o trabalho das escolas e sua aplicação no cotidiano escolar fica descontextualizada. O interesse dos professores fica comprometido desperdiçando verbas em cursos pouco aproveitáveis. Em contrapartida, professores que procuram uma melhoria em sua formação acadêmica por conta própria em níveis de especialização ou pós-graduação nem sempre reverterem o que aprenderam para a escola e seus colegas. Em alguns casos, saem do meio onde trabalham e como uma promoção profissional, buscando melhoria salarial, trabalham em outras frentes ou instituições. Mais uma vez, não são multiplicadores para seus pares. Neste aspecto, a formação continuada produtiva deve ser proposta para uma aplicação imediata, promovendo melhoria profissional, no tocante ao salário, mas, também, levando progresso ao ambiente de atuação do professor.

O autor continua:

*"Estas práticas de formação continuada devem ter como pólo de referência as escolas. São as escolas e os professores organizados nas suas escolas que podem decidir quais são os melhores meios, os melhores métodos e as melhores formas de assegurar esta formação continuada. Com isto, eu não quero dizer que não seja muito importante o trabalho de especialistas, o trabalho de universitários nessa colaboração. Mas a lógica da formação continuada deve ser centrada nas escolas e deve estar centrada numa organização dos próprios professores".*

Com esse comentário, Nóvoa aponta para os efeitos da prática reflexiva. Acomodar-se em sua formação acadêmica não supre mais o professor no contexto da educação atual. Na verdade nunca foi, mas a formação estava vinculada à titulação institucional. Hoje em dia, o professor precisa buscar através de literatura paradidática, capacitação em áreas afins a sua formação e outras complementares. Uma visão global do indivíduo que aparece em sua aula, com suas diferenças históricas, requer uma atitude pragmática de todo o corpo docente. Com a pedagogia de projetos surge a cooperação de todos em uma escola que aponta necessidades específicas.

A busca de profissionais que enriqueçam o currículo escolar e ampliem a formação do corpo docente mostra uma reflexão coletiva para o sucesso escolar e não para uma titulação individual.

A escolha do magistério como profissão leva o sujeito a refletir sobre sua função social, formas de superar dificuldades do cotidiano, analisar seus equívocos e estar predisposto a rever, reconhecer as limitações de sua ação, entre outras características.

A solução desses problemas deve ser buscada na própria escola em primeiro plano, pois a interação social é fonte de produção de conhecimento e o reconhecimento do outro professor como parceiro na tarefa leva à troca de experiência que será exercitado com os estudantes.

CHACÓN (2003, p.65) apresenta alguns elementos-chave no pensamento do professor e suas relações com as práticas:

- Consciência da perspectiva que adota em relação á natureza da matemática e sua aprendizagem;
- Habilidade para justificar sua perspectiva;

- Consciência da existência de alternativas viáveis;
- Sensibilidade contextual na escolha e na apropriação de estratégias de ensino e da aprendizagem de acordo com sua perspectiva;
- Reflexão sobre suas crenças, os conflitos que surgem delas e como se integram em suas práticas.

As características do perfil de um professor comprometido com sua prática implica em algumas competências para que o profissional possa atuar de forma positiva.

Nóvoa (2001) aborda dentre várias competências, algumas que valoriza:

*"... Eu tenderia a valorizar duas competências: a primeira é uma competência de organização. Isto é, o professor não é, hoje em dia, um mero transmissor de conhecimento, mas também não é apenas uma pessoa que trabalha no interior de uma sala de aula. O professor é um organizador de aprendizagens, de aprendizagens via os novos meios informáticos, por via dessas novas realidades virtuais. Organizador do ponto de vista da organização da escola, do ponto de vista de uma organização mais ampla, que é a organização da turma ou da sala de aula. Há aqui, portanto, uma dimensão da organização das aprendizagens, do que eu designo, a organização do trabalho escolar e esta organização do trabalho escolar é mais do que o simples trabalho pedagógico, é mais do que o simples trabalho do ensino, é qualquer coisa que vai além destas dimensões, e estas competências de organização são absolutamente essenciais para um professor".*

Esse comentário mostra a nova visão profissional esperada do professor. Na sua prática reflexiva, seu planejamento requer análise e registro de sucessos, fracassos, avanços de seus alunos na forma de avaliações periódicas, confronto de desempenho para uma reorganização de sua metodologia, além da divulgação de relatórios que informem à comunidade escolar o fruto de seu trabalho: direção, coordenação pedagógica, responsáveis, alunos e outros professores. O diário de frequência e conteúdo não é mais suficiente para analisar o trabalho pedagógico. É necessário um acompanhamento individualizado dos progressos em sala, da produção dos alunos para divulgação e reformulação. Um trabalho pode ser refeito sempre, melhorado e essa oportunidade é possível com uma organização não só administrativa da escola, como pedagógica do professor. O registro é facilitado pelo uso do computador para gráficos, tabelas, publicação em páginas da web, troca de correspondências com colegas e alunos, enfim, o que antes era perdido ao longo do tempo, hoje pode ser resgatado para (re) organização do trabalho.

Nessa linha de análise da competência do professor, continua o autor:

*"Há um segundo nível de competências que, a meu ver, são muito importantes também, que são as competências relacionadas com a compreensão do conhecimento. Não basta deter o conhecimento para o saber transmitir a alguém, é preciso compreender o conhecimento, ser capaz de o reorganizar, ser capaz de o reelaborar e de transpô-lo em situação didática em sala de aula. Esta compreensão do conhecimento é, absolutamente, essencial nas competências práticas dos professores".*

Essa observação de Nóvoa provoca uma reflexão sobre a diferença entre o ensino e a pesquisa. O avanço do conhecimento nas disciplinas gerou especialistas que atingiram níveis de formação invejável. As titulações obtidas indicam o grau de busca de pesquisa e estudos do professor. No entanto, esse conhecimento teórico precisa ser de alcance do estudante. A compreensão defendida pelo autor refere-se a necessidade de comunicação efetiva em sala de aula. O que o professor aprendeu, para sua formação, precisa ser adaptado de forma clara para suas aulas e não reproduzido. A compreensão do conhecimento pelo professor exige uma reflexão sobre os efeitos que ele terá durante as aulas. Quanto melhor a compreensão de seu conhecimento, mais exemplos contextualizados, exercícios de aplicação prática, trabalhos de pesquisa que acrescentem significado ao aprendizado e, conseqüentemente, mais contato com a realidade da turma. A competência de saber ensinar não pode ser confundida com o conhecimento acadêmico adquirido pelo professor, nem sua formação.

Identificam-se, hoje em dia, três finalidades básicas no ensino da Matemática: leitura do mundo como forma de participação e compreensão da sociedade, a forma lúdica de trabalhar e desfrutar do prazer de descobrir regras matemáticas através de jogos e, finalmente, reconhecer a Matemática como um conhecimento histórico que não se fez nos livros nas mãos de escritores, mas de uma construção ao longo de anos de pesquisa, erros, acertos, experiências, discussões, enfoques de épocas em disciplinas de História e Sociologia.

Com relação a esse enfoque, CHACÓN (2003, p.198) vislumbra a possibilidade da abordagem matemática levando em conta as crenças diversas de culturas diferentes:

*"Se aceitarmos a matemática como uma ciência que surge da sociedade, e reconhecermos a parte que está modelada pelas raízes culturais e históricas dessa sociedade, os significados das idéias matemáticas podem ser ampliados. Este é um primeiro passo para aproveitar a diversidade cultural dos alunos como fonte de riqueza para a aprendizagem da matemática escolar".*

Apesar dessa preocupação, o ensino da Matemática continua com métodos e apresentações de resultados que, como situado no capítulo anterior, inviabilizam a compreensão de conceitos de forma significativa para os estudantes. Não conseguem expressar seu raciocínio pela impossibilidade de reproduzir o conhecimento esperado.

Nessa conjuntura encontram-se também os professores de 1º Segmento do Ensino Fundamental sem formação específica. De forma análoga, não ousam escrever materiais ou propor metodologias, sentindo-se incapazes, optando por livros didáticos que não contemplam suas aulas e seguem uma linearidade incompatível com a abordagem construtivista explicitada para a dinâmica das aulas.

As atribuições do professor na educação atual incluem competências novas que não somente ensinar conteúdos. Essa constatação é encontrada nos trabalhos de educadores que propõe uma postura reflexiva aos professores. Entre eles, encontramos Donald Schön e Antonio Nóvoa, com trabalhos e debates que podem auxiliar na formação continuada dos professores.

Donald Schön foi professor de Estudos Urbanos e Educação no Instituto de Tecnologia de Massachusets. Formou-se em filosofia em 1951, na Universidade de Yale, mestre (1952) e Ph.D. (1955) ainda em filosofia, pela Universidade de Harvard. Concentrou-se no aprendizado organizacional e na eficácia profissional. Teve participação ativa em um grande número de organização profissionais e foi membro da Comissão sobre o ano 2000 da Academia Americana de Artes e Ciências e da Comissão sobre Sistemas Sociotécnicos do Conselho Nacional de Pesquisa.

A sociedade se modificou com o aparecimento de tecnologias e as novidades são freqüentes na educação e no mundo. Donald Schön, foi idealizador do conceito de Professor Prático-Reflexivo; percebeu que em várias profissões, não apenas na prática docente, existem situações conflitantes, desafiantes, que a aplicação de técnicas convencionais, simplesmente não resolvem todos os problemas, exigindo do profissional habilidades de argumentação e improvisação.

Donald Schön identifica nos bons profissionais uma combinação de ciência, técnica e arte. É esta dinâmica que possibilita o professor agir em contextos instáveis como o da sala de

aula. O processo é essencialmente meta cognitiva, onde o professor dialoga com a realidade que lhe fala, em reflexão permanente. Para maior mobilização do conceito de reflexão na formação de professores é necessário criar condições de trabalho em equipe entre os professores. Sendo assim, isso sugere que a escola deve criar espaço para esse crescimento.

A proposta prático-reflexiva propõe-se a levar em conta esta série de variáveis do processo didático, seja aproveitando, seja buscando um processo de metacognição, onde o professor perceba os efeitos de sua atuação na aprendizagem de seus alunos.

Nesse sentido, Schön (1997, p. 87) nos diz que:

*“(...) Nessa perspectiva o desenvolvimento de uma prática reflexiva eficaz tem que integrar o contexto institucional. O professor tem de se tornar um navegador atendo à burocracia. E os responsáveis escolares que queiram encorajar os professores a tornarem-se profissionais reflexivos devem criar espaços de liberdade tranqüila onde a reflexão seja possível. Estes são os dois lados da questão – aprender a ouvir os alunos e aprender a fazer da escola um lugar no qual seja possível ouvir os alunos – devem ser olhados como inseparáveis.”*

Não se deve confundir capacitação com formação específica da área. A proposta metodológica não supre a carência de conhecimentos básicos daquele que será o mediador da aprendizagem e formará em seus pupilos hábitos de busca, pesquisa, questionamentos, aplicações e análise de resultados, validando-os ou não.

Nesse cenário, a capacitação do professor deve ser voltada para o ensino de conhecimentos matemáticos que sejam significativos, coerentes com a atualidade, acessíveis a todos e despertem o senso crítico e proporcionem a educação cidadã e inclusiva.

A Educação Matemática desenvolve estudos específicos sobre como ensinar, metodologias centradas no aluno, softwares educativos, propostas de capacitação de professores e ainda assim parece que o “problema”, se é que pode ser chamado assim, do desempenho matemático continua em diferentes níveis de escolaridade. A matemática é considerada, por alguns autores, como um fenômeno cultural, em contrapartida à visão meramente disciplinar isenta de valores culturais, com proposições universalmente verdadeiras.

Nessa linha aparece o educador Guzmán que procura relacionar cultura e relações matemáticas. De verdade absoluta, a matemática é considerada produto da atividade humana.

O que significa para o estudante hoje e o que significou ao longo da história termos como: explicar, desenhar, localizar, contar, medir...? Os termos aparecem na cultura de um povo e em todas as culturas algumas atividades são as mesmas e permeiam o conhecimento humano. Fazem parte não só da disciplina, mas da vida das pessoas.

GUZSMÁN<sup>1</sup> (1993) apresenta a educação matemática como “inculturação”:

*“A educação matemática como processo de “inculturação” deve ser concebida como um processo de imersão nas formas próprias de proceder do ambiente matemático, na maneira como o aprendiz de artista vai sendo imbuído, como que por osmose, na forma peculiar de ver as coisas características da escola na qual se insere.”*

A Matemática não acaba ao fim de 45 minutos de aula. Mas é trazida da vida para a escola, e vai com os estudantes para onde eles forem. Não se calcula somente na escola, mas a cada momento, a cada passo dado. O desafio da educação matemática é trazer a tona o que está submerso na cultura dos estudantes e que se materializa em aulas de matemática.

O mundo nunca esteve tão matematizado como hoje. Os estudantes têm a sua disposição informações por operadoras de TV a cabo com cerca de 100 canais, computadores com acesso à internet, uma mídia impressa formal e onde números, medidas e formas geométricas aparecem todos os dias. Discute-se desempenho de times de futebol, calculando-se probabilidades de classificação, pontos perdidos e ganhos e seus totais através de princípios multiplicativos. O emaranhado de linhas explicando aos usuários de metrô e trem onde há transição de ramais, grades de horários de saída e entrada forma uma teia de interseções que são textos simbólicos da Matemática. Relações entre créditos de celulares relacionados com seus gastos e ligações, formas de envio de mensagens e estatísticas de votos em programas interativos abordam crianças e adultos o dia inteiro. A Escola, contudo, busca o significado da Matemática incessantemente como se ela precisasse ser inventada.

A tecnologia avançou, as máquinas de calcular e computadores pessoais estão cada vez mais em lares e escolas, mas não interagem com a Matemática, embora sejam indicativos de status em instituições e na organização de apresentação de trabalhos. A atenção dos estudantes nas aulas dura cerca de 20 minutos e em frente ao monitor do micro, horas a fio,

---

<sup>1</sup> Miguel de Guzmán é pesquisador em Educação Matemática da Universidad Complutense de Madrid.

desvendando um jogo onde há um desafio a ser vencido, cujos movimentos podem exigir noções de força, velocidade, tempo, direção, sentido, lógica. Mas isso “não é Matemática” (!) segundo pais e muitos professores.

Os números que são citados em redações, relatos históricos e análises geográficas sobre relevo, rios são de cunho ilustrativo. Os gráficos populacionais são figuras decorativas importantes para ilustrar esses trabalhos, mas sem aproveitamento matemático. O que deverá ser escrito ou lido em Matemática? Não é essa a leitura de mundo que o ensino busca em um de seus enfoques citados acima?

A abordagem construtivista da Matemática não é restrita a materiais elaborados com acrílico, madeira e fichas de observação. Nem determinada pela grade escolar. É preciso identificar o pensamento matemático presente nos estudantes e ampliá-lo com atividades significativas. Os conhecimentos prévios devem ser trabalhados, ampliados e relacionados com a realidade. A Linguagem é a ferramenta de comunicação utilizada antes da escolarização. Ignorá-la na sala como estratégia de divulgação de resultados orais e escritos é inibir a expressão do pensamento do aluno e suas hipóteses. Como ampliar o que não se ouve? Como interferir ou mediar conclusões incompletas sem conhecê-las? Como incentivar a socialização do conhecimento com colegas e conseqüentemente trabalhar ações sociais de cidadania numa prática em que só uma forma de resultado existe?

Os questionamentos acima não refletem de forma alguma má vontade dos professores ou falhas em seu caráter acadêmico. A insegurança e o medo do julgamento entre professores de Matemática dificulta as ações. Um escritor até publicar sua coluna escreve o mesmo texto inúmeras vezes até estar satisfeito. E caso seja interpretado de forma diferente, tem a opção da defesa de “ponto de vista”. O escritor de matemática trabalha com a necessidade da precisão, da exatidão, da formalização hilbertiana a cada momento.

Os professores durante certa época trabalhavam de forma contida devido a equívocos provocados pela idéia de não poder atuar mais que o aluno e com isso não encontrou de forma efetiva sua função na sala. LERNER (1995, p.119) clarifica essa situação ao indicar que se evitava o termo “ensino” sendo opção dos pedagogos, “ação pedagógica”. E continua:

*“Sempre consideramos imprescindível a intervenção do professor. Hoje – e desde vários anos atrás - recuperamos a palavra “ensino”, não só porque tentamos evitar mal-entendidos mas também porque o nosso trabalho está suficientemente difundido para que essa palavra tenha podido adquirir outro sentido, muito diferente daquele que a concepção comportamental lhe atribuíra”.*

A ação e intervenção do professor, então, caracterizará o ensino propriamente dito. Sua reflexão contínua sobre sua prática, corrigindo erros de atuação, revendo abordagens, reconfigurando as situações de aprendizagens, procurando uma contextualização verdadeira para seus exercícios, planejando com alunos atividades significativas, poderá contribuir para o sucesso das aulas e crescimento dos alunos tanto afetivamente, como cognitivamente em relação à matemática ou qualquer disciplina. Ainda sobre o que significa o termo ensinar a LERNER (1995) aponta seu conceito nos itens.

- a) Ensinar é colocar problemas a partir dos quais seja possível reelaborar os conteúdos escolares;
- b) Ensinar é fornecer toda a informação necessária para que as crianças possam avançar na construção do conteúdo sobre o qual estão trabalhando;
- c) Ensinar é favorecer a discussão sobre os problemas formulados, é oferecer a oportunidade de coordenar diferentes pontos de vista, é orientar para a resolução dos problemas colocados;
- d) Ensinar é incentivar a formulação de conceitualizações necessárias para o progresso no domínio da língua escrita, é promover redefinições sucessivas até atingir um conhecimento próximo ao saber socialmente estabelecido.
- e) Ensinar é fazer com que as crianças coloquem novos problemas que não tenham sido levantados fora da escola.

Os estudantes também gostam de escrever quando seu texto é valorizado. O professor pode utilizar diferentes formas de escrita. Trabalhar com instrumentos de medida é uma oportunidade de construir figuras geométricas. O transferidor é indicado para as noções de frações e conseqüentemente representações de setores para os gráficos de “pizza” presentes em jornais. Para o estudante é preciso ficar claro que quem escreve tem uma intenção e um alvo. Identificar o motivo da publicação e seu alvo favorece a construção de relatórios diversos.

A formatação e apresentação devem ser exploradas através de métodos computacionais ou tradicionais, seja com aplicativos fechados ou não, e com a participação do professor na discussão das dificuldades, a atividade enriquece a todos. LERNER (1995, p.129) defende essa postura docente:

*“O professor ensina por participação quando lê e escreve junto das crianças e com as crianças. Não se limita a intervir em relação aos textos produzidos por elas, ele também escreve e compartilha com seus alunos os problemas que surgem ao escrever, bem como as reflexões sobre as possíveis soluções”.*

Essa verificação deve ser explorada com análises da veracidade das notícias. A exploração passa para as mãos dos estudantes que não têm a hierarquia de conceitos na cabeça.

O processo de ensino, na educação atual, não pode estar somente centrado no que o estudante faz, mas sim no que sente e como faz. E, mais, o professor é ator nesse processo também como moderador e informante ativo, com suas emoções e crenças. Essa interação aluno-aluno e professor-aluno podem enriquecer ainda mais se houver na escola a possibilidade da interação professor-professor onde estes refletem sobre suas práticas e integram suas visões pedagógicas. LERNER (1995, p.137) analisa a situação atual:

*“Antes acreditávamos que um ato de vontade do professor era suficiente para devolver às crianças o direito de construir o conhecimento também no marco escolar. Agora sabemos que na sala de aula regem regras implícitas – independentes do professor e das crianças presentes e muito anteriores a eles – que estabelecem os direitos e obrigações de professor e aluno com relação ao conteúdo, sabemos que há uma representação social fortemente constituída – também as crianças participam dela, segundo a qual certas funções são e devem ser exercidas exclusivamente pelo professor”.*

No ensino de matemática fatores sociais, históricos, emocionais e psicológicos permeiam a sala de aula e as ações docente e discente dentro das regras explícitas ou implícitas, dos papéis de cada um estão, de certa forma, subjugadas a elas. CHACÓN (2003) sinaliza sobre a necessidade de refletir sobre os elementos que constituem o contexto de sala de aula e condicionam o processo de ensino-aprendizagem e quais os obstáculos que, muitas vezes, estão dificultando a aprendizagem matemática dos estudantes:

1. A cultura e os processos sociais são parte da atividade matemática. O questionamento sobre identidade social dos estudantes e o significado da matemática e sua aprendizagem para eles sugere novas abordagens e dar relevância á dimensão afetiva.
2. A comunicação entre professor e aluno(s) desenvolve-se a partir do modo como o professor entra em contato com cada aluno e com o grupo todo. Essa ação gera uma reação em cadeia que alcança as diferentes interações que ocorrem em sala de aula.
3. A compreensão da tarefa matemática pelo professor. É necessário manter o estado de tensão entre o processo de cada aluno, a partir de onde ele está, as metas do grupo e o planejamento básico para todos.

## Capítulo 2 – LÓGICA E INFORMÁTICA

Para se compreender o desenvolvimento da Informática no mundo e do uso de computadores na sala de aula, bem como sua relação com a Matemática, faz-se necessário um histórico da Lógica Matemática e do avanço da Tecnologia da Informação.

2.1 - Lógica e pensamento matemático: O estudo da computação está fundamentado no estudo da Lógica, que foi objeto de investigação de filósofos desde a Grécia, onde estudos organizados de Geometria e de cálculo foram criados ainda que de forma incipiente. Houve evolução de formas de pensamento matemático e crises de teorias desde a Grécia.

As discussões sobre infinidade de números são históricas e permite incursões na Lógica Matemática. Os conceitos de infinito e limitado foram por vários momentos históricos considerados paradoxais.

*“Os gregos foram, pelo testemunho literário, não só pioneiros em tratar processos convergentes ilimitados por meios matemáticos, como na dicotomia descrita por Zenão de Eléia, mas também no emprego de demonstrações para suas proposições matemáticas, tendo com isso descoberto a incomensurabilidade recíproca entre certas grandezas geométricas. Mas o senso comum da época considerava paradoxal um processo ilimitado de crescimento poder atingir resultado limitado e definido.”* (REZENDE, 1999)

Situações de sala de aula envolvendo conceito de infinito só seriam trabalhadas pelos alunos, até o final da década de 70, em séries iniciais do Ensino Médio ou em cursos superiores. Hoje, um aluno do Ensino Fundamental depara-se com valores considerados não inteiros e que parecem finitos. Essa questão da finitude ou não dos números é antiga e vale a pena conhecê-la.

O conceito de infinito foi abordado por Aristóteles: como acréscimo de um elemento a uma coleção, não acreditava na sua possibilidade, pois o mundo estaria limitado pela abóbada celeste (a esfera de estrelas fixas), mas existe, em certo sentido, o infinito por divisão. Esse conceito se refere ao famoso paradoxo de Zenão onde um segmento de reta pode ser dividido indefinidamente.

Nosso contato com o mundo da computação envolve formulações matemáticas que estão organizadas através de argumentos lógicos. A Lógica como formalização de conceitos

matemáticos também é antiga e sofreu críticas e transformações através das chamadas crises de consistência, uma palavra comum em linguagens de programação.

O estudo das condições em que pode-se afirmar que um dado raciocínio é correto, foi desenvolvido por filósofos como Parmênides e Platão. Mas foi Aristóteles quem o sistematizou e definiu a Lógica como a conhecemos, constituindo-a como uma ciência autônoma. Falar de Lógica durante séculos, era o mesmo que falar da lógica aristotélica que apesar dos enormes avanços da lógica, sobretudo a partir do século XIX, persiste até nossos dias.

Foram múltiplas as contribuições de Aristóteles ao desenvolvimento da lógica:

- 1) A identificação dos conceitos básicos da lógica.
- 2) A introdução de letras mudas para denotar os termos.
- 3) A criação de termos fundamentais para análise: "Válido", "Não Válido", "Contraditório", "Universal", "Particular".

Na palestra "A Crise nos fundamentos da Matemática e a teoria da Computação" proferida em 1999 no Seminário de Filosofia, em Brasília o Professor Pedro Antonio Dourado<sup>2</sup> Rezende afirmou: "*A Lógica de Aristóteles tinha um objetivo eminentemente metodológico. Tratava-se de mostrar o caminho correto para a investigação, o conhecimento e a demonstração científica*". O método de **Aristóteles** baseava-se nas seguintes fases:

- 1) Observação de fenômenos particulares.
- 2) Intuição dos princípios gerais (universais) a que os mesmos obedeciam.
- 3) Dedução a partir deles das causas dos fenômenos particulares.

**Aristóteles** estava convencido de que, se estes princípios gerais fossem adequadamente formulados, e as suas conseqüências corretamente deduzidas, as explicações só poderiam ser verdadeiras.

*"Refletindo sobre o que há de universal na matemática, em "Metafísica", Aristóteles afirma que o matemático contempla aquilo que existe por abstração, em que vê coisas diferentes do ponto de vista quantitativo e contínuo (pontos, linhas, superfícies, corpos), enquanto o "filósofo primeiro" (o metafísico) contempla todas as coisas do ponto de vista do ser."* (REZENDE, 1999)

---

<sup>2</sup> Pedro Antonio Dourado de Rezende é Avanced to candidacy for PhD em Matemática Aplicada na Universidade da Califórnia em Berkeley, Mestre e Doutorando em Matemática e professor do Departamento de Ciência da Computação da Unviversidade de Brasília

A partir do século XVI a Lógica aristotélica começa a ser criticada. Os métodos dedutivos para a investigação científica começam a ser questionados, com o aparecimento da ciência experimental. O estudo do particular geraria o conhecimento do geral. A Lógica formal entra num período de descrédito, devido às críticas de filósofos como Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650), esse considerado um precursor da Escola Intuicionista do Pensamento Matemático.

*“Essa Escola do Pensamento atribui primazia à intuição intelectual ao invés de atribuí-la à Lógica. Descartes atribuiu à intuição intelectual de clareza e distinção a fonte precípua do conhecimento.” (BASTOS e FILHO, 2003)*

Com relação às críticas de Bacon, REZENDE (1999) explicita:

*“O aforismo forjado por Sir Francis Bacon, "Naturam renunciando vincimus" (pela renúncia venceremos a natureza), reflete a essência da revolução ocorrida no espírito renascentista que fertilizou o pensamento matemático, promovendo seu desenvolvimento ao estado atual. Por paradoxal que possa parecer, o processo para arrancar à natureza seus mistérios e dominar suas forças é renunciar ao conhecimento de sua "essência".*

As ferramentas de cálculo propiciam momentos de experimentações em que os alunos com pequenos cálculos concluem algumas propriedades das operações aritméticas.

Para uma interação eficaz do aluno com a máquina é necessário que haja uma reflexão constante sobre a “resposta” dada pelo aparelho. O estudante precisa conhecer que a Matemática desenvolvida através do tempo permitiu a criação de conceitos que nortearam a criação das máquinas e que a formalização desses conceitos estão subjacentes à Lógica Computacional. Palavras como verdadeiro, falso, ou, e, se...então estão presentes nas linhas de uma programação e o retorno do sistema é resultado de uma ação mental do indivíduo. Como se deu essa necessidade de formalização?

Vários pensadores e matemáticos discordaram entre si sobre como fundamentar a matemática. O ponto nodal das discussões quase sempre incluía a noção de infinito.

Acredita-se que os pitagóricos já conheciam a impossibilidade de se medir a diagonal de um quadrado em relação a seu lado, através do processo da diminuição recíproca (*antanairesis*).

A versão aritmética deste processo de medição é descrita por Euclides em "Elementos", hoje conhecida como algoritmo de Euclides para divisão inteira.

*“O conceito de infinito em potencial de Aristóteles desempenha também papel essencial na doutrina das antinomias de Kant, empregado para solucionar as primeiras antinomias cosmológicas sobre a finitude ou não da extensão e da divisibilidade do mundo no tempo e no espaço, cuja "crítica da razão pura" desempenha importante papel na releitura epistemológica contemporânea da matemática.”* (REZENDE, 1999)

As questões acima teriam, ainda, muitas vertentes durante o desenvolvimento do cálculo diferencial por Newton(1643-1727) e Leibniz(1646-1717). Soluções contraditórias instigavam os matemáticos a buscar explicações que resolvessem esses paradoxos. Abaixo um exemplo:

$$1-1+1-1+1-1 \dots = (1-1)+(1-1)+(1-1)\dots = 0$$

**ou**

$$1-1+1-1+1-1 \dots = 1-(1-1)-(1-1)-(1-1)\dots = 1$$

Surge então, na passagem do século XVIII para o XIX, uma atitude crítica ao pensamento matemático – em paralelo, e não por acaso, ao desaparecimento do dogmatismo racionalista dos sucessores de Leibniz e ao surgimento da crítica da razão por Kant(1724-1804) – que começa por investigar, com Saccheri(1667-1733) e Lambert(1728-1777), o status do axioma das paralelas na geometria euclideana, e com Lagrange(1736-1813), os fundamentos de um "cálculo diferencial" que pudesse omitir o uso de "elementos infinitesimais".

*Na verdade o problema do infinito foi, como depois se constatou na investigação de "casos patológicos" de convergência, apenas transferido para a construção do domínio sobre o qual tal predicado está sendo definido (os números reais). A esta próxima tarefa, historicamente conhecida como "a aritmetização da análise", dedicam-se algumas mentes brilhantes da geração seguinte, como Dedekind, Weierstrass e Cantor.* (REZENDE, 1999)

George Cantor(1845-1918), com sua teoria dos conjuntos, enriqueceu a discussão sobre os princípios lógicos devido aos paradoxos encontrados. Na busca de uma matematização “perfeita” algumas escolas de pensamento em Matemática se destacaram.

*“Ao romper radicalmente, em sua teoria dos conjuntos, com toda a tradição filosófica e matemática de tratar o infinito segundo a tese aristotélica do ser em potencial, **Georg Cantor** permite que paradoxos – até então cuidadosamente confinados ao uso impreciso da linguagem natural – reapareçam com força insofismável na fundação basilar do edifício do conhecimento matemático, que tantos triunfos trouxera às ciências da natureza, pondo em marcha, de forma dramática, uma*

*jornada de profícua investigação filosófica sobre seus fundamentos.*  
(REZENDE, 1999)

O objetivo do pensamento matemático sempre foi a descoberta de regularidade e de invariantes, buscando uma demonstração baseada no raciocínio lógico e mediado tão somente pelos axiomas de fundamentação da estrutura e teoremas já destes deduzidos. É investigação no plano puramente matemático.

A história da evolução da Geometria mostra bem este duplo aspecto da Matemática. Na Antigüidade surge como ciência prática na solução de problemas de medidas. Com os gregos torna-se conhecimento de caráter abstrato, tomando como ponto de partida axiomas indiscutíveis sob o ponto de vista intuitivo, inspirados que são pelo mundo físico.

No final do século XIX os estudos da Lógica Matemática evoluíram, no sentido da formalização dos conceitos e processos demonstrativos. Entre os matemáticos e filósofos que mais contribuíram para os avanços destacam-se Gottlob Frege(1848-1925), Peano(1858-1932), Bertrand Russell(1872-1970), Alfred N. Whitehead(1861-1947) e David Hilbert(1862-1943).

Frege (1848-1925), introduziu a função proposicional, o uso de quantificadores e a formação de regras de inferência primitivas. Procurou, em síntese, criar todo um sistema capaz de transformar em raciocínios dedutivos todas as demonstrações matemáticas. Para isso todas as demonstrações foram traduzidas num vocabulário fixo: um certo conjunto de modos de tradução. Nesta notação, a construção de cada frase, seu significado e o modo como no raciocínio se deduziam os novos passos a partir dos anteriores, tudo devia ser devidamente explicitado. Com Frege passa-se da álgebra da lógica (matematização do pensamento) ao logicismo (redução das matemáticas à lógica).

Estudos do biólogo Jean Piaget(1896-1980) sobre como o ser humano desenvolve sua forma de pensar nortearam de forma equivocada estratégias didática onde o professor confundiu-se com um psicólogo que deveria em sala provocar o desenvolvimento de estruturas em lugar de trabalhar conteúdos escolares. Piaget, em nenhum momento, propôs-se a elaborar metodologias de ensino que favorecem professores em sala. Seus estudos sobre o

desenvolvimento das estruturas cognitivas é que podem auxiliar na compreensão de comportamentos de alunos frente a um conteúdo.

*“Encontramo-nos em presença de um dos problemas mais difíceis da Psicologia Genética contemporânea...a Neurologia tem permanecido quase muda no que respeita às fases efetivas dessa estruturação endógena, salvo no que se refere aos primeiros meses de existência. Mas, de fato, nada sabemos e não conhecemos, sobretudo, qualquer estrutura cognitiva que se possa demonstrar ser resultante, exclusivamente, de fatores endógenos ligados à maturação.”* PIAGET (1983, p.16)

A questão da maturação dos alunos não pode ser ignorada, mas não é com repetições de experiências do cientista suíço que o ensino deve ser pautado. As atividades propostas em sala de aula precisam buscar a compreensão do conteúdo a ser aprendido. Esse objetivo será alcançado na medida em que for gradualmente apresentado pelo professor, debatido em sala com outros alunos e avaliado através das estratégias especificadas pela escola.

LENER(1995, p.91) aponta que:

*“Passar de um estado de menor conhecimento para o de maior conhecimento” e “passar de um estado de menor conhecimento para o de maior conhecimento com relação a cada um dos conteúdos ensinados na escola”, são questões vinculadas à produção do conhecimento, mas diferentes: “A primeira está orientada para a compreensão do desenvolvimento cognitivo, a segunda, para a análise do aprendizado sistemático”.*

Os conselhos de classe ao final de cada período letivo discutem entre professores de disciplinas diferentes o crescimento do estudante de forma global. É comum divergências entre professores que avaliam o núcleo comum e os que avaliam primordialmente o aspecto formativo. Um estudante que desenvolveu habilidades nas formas plástica e artística ou apresente facilidade em atividades esportivas, nem sempre apresenta o mesmo desempenho na área de expressão formal escrita ou na lógica matemática. Cabe ao professor identificar como a aquisição do interesse em uma área auxilia no desenvolvimento em outras esferas. A forma de apresentar e registrar o conhecimento difere, mas não indica nulidade na aprendizagem. Uma expressão plástica em Geometria com construções de estruturas proporcionais ou uma sucessão de histórias em quadrinhos em tela sugere uma forma alternativa de avaliação sem abrir mão do conhecimento esperado pela escola.

Não é surpresa que, apesar de vários estudos sobre a teoria piagetiana, a escola ainda apresente dificuldades no desempenho matemático e o medo da disciplina tenha caráter cultural e crie crenças e fantasias entre estudantes, pais e professores. Em seu livro “LOGO: COMPUTADORES E EDUCAÇÃO”, Seymour Papert, criador da linguagem de programação LOGO que trabalhou com Piaget, cita o termo “Matofobia” como medo de aprender e, com relação à Matemática, acrescenta:

*“O aparecimento de uma matemática **humanista**, que não seja entendida como sendo tão distante do estudo do homem e das áreas humanas, pode ser o prenúncio de que uma mudança está acontecendo. Não é raro que adultos inteligentes se tornem observadores passivos de sua própria incompetência em qualquer coisa além da matemática mais rudimentar”.* (PAPERT, 1988)

A contribuição da Psicologia à didática é aceita como verdadeira pela comunidade pedagógica, mas é preciso evitar confusões com seus objetivos e implicações nas atividades escolhidas pela escola. Os sentimentos que a Matemática provoca nos indivíduos é estudo recente de autores que relacionam emoção e aprendizado matemático sugerindo ações que facilitem o trabalho escolar.

O aspecto construtivista do conhecimento trabalhado na escola não sugere uma aplicação didática da teoria piagetiana ou do saber psicológico. Isto implica que *“tanto porque desvirtuam o sentido das pesquisas psicogenéticas quanto porque desconhecem a natureza da instituição escolar”*. LERNER (1995, p.92)

Uma abordagem cognitiva de aprendizagem privilegia a exploração das potencialidades do estudante como protagonista de seu desenvolvimento. A teoria de Lerner é fundamentada na maturação biológica do indivíduo, onde em cada etapa de sua vida há mudanças significativas que permitem compreender o mundo em que vive. Essa concepção não trata a criança como um adulto em miniatura. Desde seu nascimento o ser humano interage com o mundo gradualmente com uma visão infantil e vai modificando até uma compreensão adulta, resultado do acúmulo de experiências e de maturidade que vem com o desenvolvimento das estruturas cognitivas. Experiências adultas não aceleram o processo de maturação infantil. As etapas do desenvolvimento psicológico precisam acompanhar o biológico.

A pergunta motivadora nos estudos de Piaget foi como o indivíduo atinge os graus mais elevados de desenvolvimento de pensamento. O conhecimento e sua origem no ser humano sempre foi sua preocupação. *“A inteligência é uma adaptação. Para aprendermos as suas relações com a vida, em geral, é preciso, pois, definir que relações existem entre o organismo e o meio ambiente”*. PIAGET (1987, p.14)

A condição natural de ser ativo propicia o indivíduo a conhecer o mundo através de experimentações próprias de manipulação ou observação e através de esquemas denominados por Piaget, de **assimilação** e **acomodação** nos quais a aprendizagem vai evoluindo juntamente com seu agente explorador.

Como esquema de **assimilação**, entende-se a ação física constante desde o nascimento como agitar os braços, mover olhos, sugar o leite materno e a ação mental como reunir, separar, classificar, estabelecer relações. Essas atitudes, bem entendidas, podem auxiliar o trabalho escolar no desenvolvimento de atividades didáticas.

A **acomodação** implica numa modificação de esquemas assimilados para uma adaptação natural. Uma assimilação de sugar, por exemplo, será modificada futuramente para o de mastigar, beber, constituindo assim, um novo aprendizado. *“O relativismo biológico prolonga-se, destarte, na doutrina da interdependência do sujeito e do objeto, da assimilação do objeto pelo sujeito e da acomodação deste àquele”*. PIAGET (1987, p.26)

Embora a motivação de aprendizagem seja externa, a mudança se faz internamente. Esses dois esquemas se repetem continuamente durante a vida inteira, em diversos momentos e situações. Um conhecimento novo é incorporado ao antigo e, através dos esquemas acima mencionados, modifica o comportamento do indivíduo. Devido a essa proximidade entre estudo psicológico e educação, LERNER(1995, p.93) alerta:

*“Algumas interpretações educativas da teoria piagetiana têm considerado possível deduzir da psicologia Genética conseqüências imediatas para a prática na sala de aula. Isso é o que sucede, por exemplo, quando o desenvolvimento operatório é proposto como objetivo (e mesmo como conteúdo) da educação”*.

Nas séries iniciais do Ensino Fundamental a construção do número é trabalhada com atividades que utilizam estruturas cognitivas de classificação, ordenação e comparação. O

professor deve estar atento para interferir no momento em que sua ação for de “informante do saber” sem medo de interromper a aquisição de conhecimento. A atitude passiva do professor é equivocada e motivada pela interpretação do real papel da escola no desenvolvimento da criança. Em seu artigo *“Pedagogias de las matemáticas y psicología: análisis de algunas relaciones. Facultad de Psicología e Ciências da Educação, Universidade de Genebra”*, de 1979, J. Brun faz uma crítica a essa condição: *“Ao deduzir os objetivos educacionais da psicología, esquecemo-nos que a escola está inserida em uma sociedade e que as finalidades da educação só podem emanar da realidade social”*.

Cabe á escola preparar seus professores para planejar atividades que propiciem discussões, enriquecimento, conjecturas e motivações na investigação matemática. O tempo da sala de aula é precioso e fecundo. Há vários alunos, cada um com seus conhecimentos prévios, expectativas, vivências e o trabalho em dupla ou pequenos grupos produz interação social. O conhecimento dos aspectos psicológicos é auxiliar na abordagem afetiva dos alunos, no reconhecimento das limitações e gerenciamento das diferentes emoções envolvidas e surgidas durante a atividade. Como adverte LERNER(1995, p.95):

*“O conhecimento didático não pode ser deduzido diretamente das contribuições da psicología. Ao estudar a situação didática, é preciso levar em consideração, além da natureza do processo cognitivo da criança, a natureza do saber que se tenta comunicar e a ação exercida pelo professor para garantir a comunicação desse saber, para cumprir a função social a ele atribuída e que o torna responsável pelo aprendizado dos seus alunos.”*

Ilustrando esse comentário, o ensino de frações na 4ª série do Ensino Fundamental introduz o conceito de números racionais e requerem do professor um conhecimento específico sobre o tema e suas implicações futuras na representação decimal e cálculo de porcentagens. Crianças nessa faixa etária experimentaram situações de divisões em partes iguais, mas ainda não realizou levantamentos estatísticos que envolvam porcentagens. O professor, no entanto aproveita a observação em mídias impressas de gráficos de setores para justificar o aspecto informativo desse tipo de resultado e relacionar com a Matemática de sala de aula. As planilhas eletrônicas constroem gráficos desse tipo a partir de frações. O desenvolvimento cognitivo dos estudantes não garante a compreensão real de uma situação abstrata ainda não vivida nessa idade.

A teoria de Piaget não diferencia crianças, embora seja claro que num meio sem uso constante de estímulos visuais e de linguagem o conhecimento será aproveitado de forma diferente por indivíduos que o habitem. A capacidade e liberdade de expressar-se através de desenhos, mímicas e fala facilita o desenvolvimento e requer cuidados na formação de limites e valores.

No Estágio Operatório concreto (período aproximado de 7 a 11 anos), a criança está entrando em contato com a comunicação escrita através de códigos que envolvem letras e os números. É o início de uma matematização que a acompanhará criando prazeres ou frustrações devido sua característica abstrata e dependente de um pensamento lógico ainda não construído. Nesse período a criança está com habilidades de classificar, agrupar, aplicar a reversibilidade, comunicar-se com clareza e realizar atividades concretas com objetos e observar comportamentos e resultados. A Matemática como disciplina é colocada frente ao estudante de forma lúdica, mas formalizações aritméticas como adição, ordenação e contagem já são apresentadas.

Nesse estágio, as noções de conservação experimentadas por Piaget ainda não estão completas. A noção de mais, menos, maior e menor funcionam mais como linguagem do que como pensamento matemático. As observações relatadas por Piaget indicam que a representação ainda é insuficiente para garantir a noção de número e suas propriedades. Número é um conceito construído internamente e através dos esquemas de assimilação e acomodação, não adiantando, portanto, criar exercícios repetitivos na tentativa de acelerar o processo. Não é possível garantir que todas as relações numéricas sejam contempladas para essa construção. Em seu livro "A Criança e o Número", CONSTANCE KAMII (1982, p.39) afirma: *"Ainda é um mistério o como precisamente a criança constrói o número, assim como também o é o processo de aprendizagem da linguagem. Contudo, existe bastante evidência teórica e empírica de que as raízes do número têm uma natureza muito geral"*.

A relação entre linguagem e Matemática aparece aqui como dois conhecimentos que devem conter algumas características comuns em relação a outros ramos do conhecimento escolar. Mais uma vez o conhecimento da psicologia é um aditivo na dinâmica das estratégias

didáticas. Como explicita LERNER (1995): *“Efetivamente quando se fala da relação entre teoria e prática, com freqüência se está pensando na **teoria psicológica** e na **prática didática**”.*

O professor deve aproveitar o início dessas aquisições e promover o hábito entre os alunos de verbalizar e argumentar sobre suas observações matemáticas. A linguagem matemática difere na simbologia, mas sua natureza atual é de comunicar, esclarecer, representar e diferenciar situações. Os problemas matemáticos são apresentados aos alunos nas séries iniciais do 1º Segmento do Ensino Fundamental como se eles fossem exclusivos das aulas de Matemática.

Uma atividade aplicada nas escolas em crianças no estágio operatório concreto é o de observar materiais estruturados e não estruturados. São considerados materiais estruturados aqueles que possuem características comuns na sua confecção e podem ser classificados segundo atributos combinatórios: os blocos lógicos são materiais de madeira ou não com quatro formas de faces diferentes (triângulo, quadrado, círculo e retângulo), três cores (vermelho, azul e amarelo), duas espessuras (grosso e fino) e dois tamanhos (pequeno e grande). Os estudantes são estimulados a observarem as semelhanças e diferenças e separar os objetos pelos diferentes atributos. As noções piagetianas de classificação e inclusão são trabalhadas com várias repetições.

*“As operações lógicas (na espécie de classificação e seriação, aditivas ou multiplicativas) estão ligadas, por uma evolução surpreendentemente contínua, a certo número de ações elementares (por em pilhas, dissociar, alinhar etc.) e, em seguida, às regulações cada vez mais complexas que preparam e, depois, asseguram a sua interiorização e a sua generalização”. PIAGET (1983, p.352)*

Já os materiais não estruturados são aqueles compostos por material sucata: chapinhas, palitos, botões etc. O fato de utilizar tais materiais impele o professor a buscar desenvolver a capacidade de verbalização, por meio da investigação, levantamento de hipóteses e não memorizar termos. A formação de conceitos virá dessa interação. Os materiais são os recursos que auxiliam nessa tarefa. Essa preocupação é mostrada na observação de KAMII (1982, p.118):

*“Hoje em dia, os educadores da educação pré-primária freqüentemente definem seus objetivos dizendo que as crianças devem aprender os chamados **conceitos**, tais como número, letras, cores, formas geométricas, **em cima, embaixo, entre**, etc. Eu me oponho a esta*

*maneira de definir objetivos porque conduz o professor a ensinar uma palavra desconexa depois da outra, em vez de encorajar as crianças a construir o conhecimento em relação com o que já conhecem”.*

Ao confrontar suas observações com de seus pares o estudante exercita a capacidade de ouvir, argumentar e interagir com o objeto apresentado pela atividade, com a mediação do professor que não deve hesitar no auxílio com receio de antecipar respostas.

As experiências vividas por cada estudante é enriquecedora. As diferenças de educação, família, nível sócio-econômico, vocabulário, favorecem o ambiente sócio-interativo onde o conhecimento é construído através de vivências anteriores. O que é novo para um, nem sempre é para o outro e o significado dos conceitos apresentados toma visões variadas além daquela proposta pelo professor. Mediar e organizar essa pluralidade de informações é a tarefa do professor para depois, sim, ampliar esses conhecimentos prévios.

O educador César Coll (1990) afirma:

*“Assim, na maioria das aplicações pedagógicas de base piagetiana, o aluno é percebido como um ser socialmente isolado que deve descobrir por si mesmo as propriedades dos objetos e inclusive das suas próprias ações, vendo-se privado de toda ajuda ou apoio originado em outros seres humanos. A centração quase exclusiva nas interações entre o aluno e um meio essencialmente físico provoca menosprezo pelas interações do aluno com seu meio social e, naturalmente, pelos possíveis efeitos destas últimas sobre a aquisição do conhecimento”.*

O comprometimento do professor com a abordagem cognitiva provoca uma mudança na postura de encaminhamento dos conceitos e no controle do desenvolvimento das aulas. A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, o respeito as vivências e o acompanhamento dos progressos devem ser elementos presentes no ambiente de aprendizagem significativa.

A avaliação do desenvolvimento dos alunos e a observação de seus estágios de abstração serão indicadores de controle do processo de aquisição de conhecimentos trabalhados em sala de aula.

Aos 6 anos, as crianças já viram letras e números em suas casas, ruas e televisão. O código é conhecido, mas necessita de maturação biológica para ser absorvido. E a linguagem? Pouco se aproveita dela nas séries iniciais. Ler Matemática é reconhecer a utilidade dos códigos numéricos em vários contextos. Números não estão sempre contando coisas. Estão

informando datas, números de casas, placas de trânsito, calorias em recipientes de alimentos etc. Ler e escrever Matemática são tão significativos e necessários quanto ler e escrever textos.

Nas aulas os estudantes só lêem números para resolver problemas com operações aritméticas. Mas gráficos, preços, idades e medidas estão nos textos literários como **informação**. Reconhecendo essa função, os estudantes também a utilizarão e os questionamentos serão significativos. A opinião qualitativa é tão válida quando a quantitativa e a oportunidade de expressão valida o uso dos números.

Essa gama de informação prévia sendo tratada de forma coletiva poderá contribuir de forma positiva para o enriquecimento das aulas. A construção social do conhecimento é defendida por alguns estudiosos que acreditam no crescimento através de um conflito de idéias e debate de opiniões. Experimentações desse tipo são citadas em LERNER (1995, p.100):

*“Experiências didáticas realizadas a partir dessa perspectiva, na América Latina, desde o início também outorgaram um lugar central à elaboração cooperativa do conhecimento sobre a língua escrita. Desse modo, postula-se como um princípio pedagógico fundamental propiciar permanentemente a cooperação entre as crianças, dado que a confrontação entre distintas hipóteses e conhecimentos específicos desempenha um papel preponderante no desenvolvimento do processo”.*

O matemático **Seymour Papert** que trabalhou com o psicólogo **Jean Piaget** desenvolveu sua teoria do ambiente LOGO, onde o computador é programado pelo estudante de qualquer idade através de um personagem representado por uma tartaruga capaz de movimentar-se na tela do computador comandada pela linguagem LOGO que se assemelha com a linguagem do estudante.

Essas sistematizações estão subjacentes ao pensamento no momento da construção de linhas de programação. Seymour Papert, na defesa da programação do computador pelas crianças, ressalta a importância do comando da máquina pelo estudante, colocando-se no lugar da “tartaruga” do LOGO executando a ação pedida.

*Um ponto euclidiano está em algum lugar. Tem uma posição, e isso é tudo que se pode dizer sobre ele. Uma tartaruga está em algum lugar. Ela também tem uma posição, mas além disso está voltada para alguma direção, sua orientação. (...) As crianças podem identificar-se com a Tartaruga e, no processo de aprender geometria formal, são*

*assim capazes de usar o conhecimento sobre o seu corpo e de como ele se move. (PAPERT, 1988, p.78)*

A linguagem e a Lógica são os elos entre um comando e sucesso deste. Nas operações aritméticas envolvendo ações e conseqüências a Lógica Matemática está presente também nas planilhas eletrônicas num momento incipiente do aluno, mas com resposta imediata.

A Lógica Matemática caracteriza-se por ter construído uma **linguagem artificial**, simbólica, para representar o pensamento de uma forma unívoca. Cada signo possui apenas um único significado.

Esta **linguagem** possui as seguintes propriedades:

- 1) Não exige qualquer tradução numa linguagem natural.
- 2) A escrita é ideográfica ( não fonética). As idéias são representadas por sinais.
- 3) A forma gramatical é substituída pela forma Lógica.

As relações entre a Lógica e a Matemática geraram três Escolas de Pensamento:

- a) Os **Logiscistas**, que defendiam que a Lógica era um ramo da matemática.
- b) Os **Formalistas**, que defendia que ambas as ciências eram independentes, mas formalizadas ao mesmo tempo.
- c) Os **Intuicionistas**, para os quais a Lógica era um derivado da matemática porque era axiomatizada.

A familiaridade do estudante com um linguagem simbólica é natural, já que nas teorias de aprendizagem o símbolo aparece como um dos mediadores do conhecimento.

Embora sem unanimidade a Escola Formalista influenciou, pela sua preocupação com a consistência da linguagem matemática e na busca de maior rigor nas deduções e definições, o surgimento das criações das ciências chamadas computacionais. A Lógica estruturada de organizar o pensamento em cada paço de uma programação é fator de encadeamento de ações coerentes para um resultado positivo. As linguagens estruturadas seguem uma cadeia de algoritmos bem delimitados. Essa disciplina favorece o estudante nas revisões de seus erros. A interação do estudante com a máquina transforma o erro em possibilidade de *feed-back* constante.

A proposta formalista foi apresentada por David Hilbert em 1904, e ganhou ímpeto a partir de 1920 com a contribuição de Bernays, Ackermann, Von Neumann e outros. Em 1900, Hilbert havia provado a consistência interna da geometria elementar e, em 1925, Ackermann mostrou a consistência interna da aritmética elementar. Buscava-se, então, pelos mesmos meios, provas de consistência interna para a teoria elementar dos números, para a análise real, e para a teoria axiomática dos conjuntos de Zermelo & Fraenkel, quando em 1930 Kurt Gödel dificultou os rumos do projeto formalista, ao publicar seus dois famosos teoremas de incompletude, que apontavam novos limites na natureza do pensamento matemático, relativos ao uso do método axiomático. Uma questão técnica, que logo atraiu os pensadores envolvidos, diz respeito aos efeitos da escolha dos métodos dedutivos admissíveis para uma teoria ter no seu poder de alcance.

Toda essa construção e discussão mostram o percurso do pensamento matemático, mais especificamente da Lógica, que resultou na formalização que encontramos hoje nas máquinas e nas semelhanças que há entre os sistemas operacionais mesmo que de empresas diferentes.

2.2 - A Ciência da Computação e a Educação: Ao longo do século XX, assistiu-se por um lado à generalização e diversificação dos estudos da lógica matemática, atingindo um elevado grau de formalização. A lógica possui atualmente um sistema completo de símbolos e regras de combinação de símbolos para obter conclusões válidas. Este fato tornou-a particularmente adaptada a ser aplicada à concepção de “máquinas inteligentes”: máquinas capazes de substituírem o homem em certas tarefas. O adjetivo de inteligência para máquinas é questionável e combatido nos meios industriais e acadêmicos. O homem não é visto como substituível, e sim como operador de novas funções em que se inclui programar a máquina. Em meados do século XX, o desenvolvimento da robótica criará uma nova concepção, também polêmica, de Inteligência Artificial (IA).

*“Em sentido restrito, a Inteligência Artificial preocupa-se em estender a capacidade das máquinas para desempenhar funções que seriam consideradas inteligentes se desempenhadas por pessoas. Seu objetivo é construir máquinas e, como tal, pode ser pensada como um*

*ramo da engenharia avançada. Mas para construir tais máquinas, geralmente é necessário refletir não apenas sobre a natureza das máquinas mas também sobre a natureza das funções inteligentes a serem desempenhadas.” (PAPERT, 1988, p.189)*

A idéia de criar “máquinas inteligentes” não é nova. Desde o Renascimento tem-se procurado de forma sistemática conceber máquinas capazes de substituírem o homem em certas tarefas.

*“No século XVIII a visão mecânica do universo é acompanhada por uma verdadeira paixão pelas máquinas, sobretudo aquelas que fossem capazes de substituir o homem na realização de múltiplas tarefas físicas, mas também em operações mentais. Esta visão mecanicista é particularmente notória na obra de La Mettrie (1709-1751), médico e filósofo. Após ter estudado as relações entre as faculdades mentais e os fenômenos corporais defendia que o pensamento era um produto da matéria cerebral. As mesmas leis que regiam a matéria regiam o pensamento. O mecanismo predominava na filosofia. Não é por acaso que este tenha sido também o século da Revolução Industrial.” (REZENDE, 1999)*

Foi no século XVII que começou uma sucessão investigações e invenções que iriam conduzir à inteligência artificial. As idéias filosóficas do tempo estimulavam estas descobertas. René Descartes, criou uma nova visão mecânica do Universo, inspirada no modelo de um relógio: as plantas, como os animais, eram simples máquinas criadas para executarem funções muito precisas. Se o corpo humano era uma máquina, já a razão fazia operações que as máquinas não conseguiam, como a elaboração de cálculos matemáticos.

Outros matemáticos inventaram seus mecanismos:

- 1) **Blaise Pascal**, em 1642, inventa a primeira máquina de somar.
- 2) **Leibniz**, em 1694, inventa uma calculadora que para além de somar, subtrair, podia multiplicar, dividir e extrair raízes quadradas.

No século XIX, as ligações entre a Lógica e a Matemática demonstraram ser as operações mentais simples cálculos, possíveis de serem executados por máquinas. A idéia vinha sendo explorada, como vimos, no domínio da tecnologia.

**Charles Babbage**, em meados do mesmo século concebeu uma máquina analítica, cujas características antecipava os atuais computadores. A concepção de máquina inteligente de **Charles Babbage** mostra um avanço e organização na direção dos tempos atuais:

- 1) Um mecanismo de entrada de dados (input), para fornecer à máquina a informação necessária para equacionar e resolver os problemas.

- 2) Uma memória para armazenar a informação.
- 3) Uma unidade de matemática para efetuar cálculos.
- 4) Uma unidade de controle para indicar à máquina quando devia utilizar a informação armazenada.
- 5) Uma unidade de saída de dados (output), para fornecer a resposta impressa.

Apesar dos notáveis avanços teóricos, a máquina de **Barbabe** nunca passou de um projeto. A idéia contudo, inspirou muitos dos inventos posteriores.

No censo da população da Grã-Bretanha, em 1890, **Herman Hollerith**, concebe uma máquina que utiliza cartões perfurados (utilizados desde 1801, em teares mecânicos, por **Jacquard**). Esta máquina era capaz de separar, contar e catalogar os dados recolhidos.

O censo demográfico atualmente apresenta resultados em planilhas eletrônicas que permitem relacionar informações e filtros com rapidez impressionante. A noção de busca e filtro em banco de dados é possível de forma gradual, ser introduzida, desde o Ensino Fundamental.

A História da Ciência mostra que um conhecimento está ancorado a vários fatores como necessidade da época, continuidade de estudos de antepassados, organização de um pensamento intuitivo, relações que se estabelecem com outras áreas espontaneamente ou não. As idéias do cálculo e suas formas de resolução através de mecanismos evoluem até hoje. Um resumo cronológico ilustra essa evolução tanto epistemológica, quanto tecnológica e, mais atualmente, comercial e industrial.

No século XX, os inventores de máquinas inteligentes tinham uma ferramenta fundamental: uma Lógica amplamente formalizada. As operações lógicas elementares foram rapidamente aplicadas nas novas máquinas.

*"O primeiro computador totalmente automático, o IBM-Havard Mark 1, só apareceu em 1944. Dois anos depois, Eckert e Mauchly apresentam o ENIAC, um computador totalmente eletrônico. Em 1950, entra em funcionamento o EDVAC, idealizado por Von Neumann. Este computador tinha duas características que se tornaram comuns aos futuros computadores: os programas memorizados e o sistema numérico binário (criado pelo matemático e lógico G. Boole). Os primeiros circuitos integrados práticos datam de 1959. Os microprocessadores foram inventados em 1969, no ano em que surgia a Internet". (REZENDE, 1999)*

A partir desse avanço tecnológico a revolução dos computadores saiu do universo científico e comercializou-se de tal forma que a criação do PC (Personal Computer) ou computador pessoal atingiu a sociedade e tornou-se símbolo de status. Na década de 1960, o movimento da **Matemática Moderna** estava em pleno vapor. Independente das críticas, os currículos incorporaram esse modismo de certa forma influenciado pelo sistema de ensino americano, que preocupado com a superioridade soviética quando do lançamento do primeiro satélite terrestre, reagiu reformulando o currículo em escolas nos Estados Unidos e se propagou pelo mundo inteiro. PAPERT (1994)

Embora não tenha obtido o sucesso esperado, devido a complexidade da linguagem de símbolos adotada, a teoria de conjuntos na Matemática Moderna acabou de alguma forma sendo justificada pelo uso do computador. A escola demorou a incorporá-lo como instrumento pedagógico. Os matemáticos alegavam que o ensino tradicional enfatizava uma aprendizagem mecânica e a Matemática Moderna ensinaria a “Lógica”. Papert (1994) esclarece que houve dificuldade na implementação dessa nova abordagem, além do descaso dos pais que não compreendiam as operações com conjuntos e não viam sentido em seu uso.

Apesar de tudo, a idéia da Matemática “incompreensível” tornava estudantes mais “inteligentes” pelo uso das técnicas. A saída dos educadores e escolas foi a associação dessa abordagem ao uso dos computadores. Essa ação isolou a Matemática de outras disciplinas e de certa forma atenuou as angústias dos pais em relação à nova Matemática.

Conforme PAPERT (1994): *“Uma reação típica de um pai será muito mais positiva a uma criança que chega em casa dizendo “Eu estudei Matemática com computadores” do que “Nós estudamos teoria dos conjuntos em Matemática”.*

De qualquer forma, os pais se sentiam mais satisfeitos com a máquina que com a teoria de Cantor. A princípio o estudante utilizava o computador de forma mecânica. Era o programado e não o programador. Como toda revolução do conhecimento, a computação gerou vários estudos sobre como o computador deveria ser utilizado nas escolas. Teorias de aprendizagem fundamentaram vários software que prometiam desenvolver habilidades nos estudantes e promover a interdisciplinariedade.

A abordagem construtivista piagetiana que norteou muitos pedagogos nos anos 70 também permeou a área da computação.

Essa concepção interacionista da aprendizagem também sofreu críticas devido a complexidade encontrada pelos professores que ainda não têm familiaridade com o computador.

A programação é um conjunto formal de símbolos que através de uma sintaxe procura uma comunicação com a máquina. Várias linguagens foram desenvolvidas de forma estruturada: COBOL, FORTRAN, BASIC, PASCAL. Atualmente, a programação é menos estruturada e chamada de orientada a eventos ou objetos.

Os aplicativos são pacotes de empresas que facilitam os trabalhos de estudantes ou empresas, com uma interface sem necessidade de programação e sim ações mecânicas. Esses aplicativos, assim como o software pronto para o estudante, não são considerados como capazes de desenvolver o pensamento em sala de aula.

Entretanto, no meio caminho entre a programação pura do LOGO e do aplicativo fechado estão as planilhas eletrônicas.

A primeira Planilha Eletrônica do mercado foi o VisiCalc, que surgiu no final da década de 70 e garantiu a explosão das vendas. As companhias investiram tempo e dinheiro em fazer projeções financeiras com planilhas eletrônicas, já que os cálculos eram feitos manualmente em papel, onde mudar um único número significava recalculando toda planilha. Com o VisiCalc, você poderia mudar o conteúdo de uma célula, por exemplo, e a planilha inteira seria recalculada automaticamente.

Nessa época, o microcomputador mais popular era o **Apple II**. Porém esta planilha não acompanhou a evolução e foi desbancada em 1981 pela planilha eletrônica Lotus 1-2-3.

O Lotus foi o primeiro programa disponível publicamente para combinar gráficos, funções de planilha e gerência de dados (três funções, por isso o nome). Sua facilidade relativa de uso e de flexibilidade fez com que fosse um sucesso enorme, contribuindo com o crescimento da popularidade dos computadores pessoais.

Com o surgimento do **Windows**, em 1995, a planilha **Excel** começou a ser amplamente utilizada no mercado financeiro, sendo hoje aproveitada em escolas e como simuladora de fenômenos físicos em escolas superiores. Seu uso no Ensino Fundamental é incipiente, com ênfase na construção e análise gráfica. A exploração da programação de ações, no entanto, é rica e favorece a interpretação da lógica computacional e discussões sobre regularidades numéricas estudadas nesse nível educacional.

2.3) A Implementação da Informática nas Escolas como Política Pública no Brasil: A informatização das escolas requer mais do que a compra de máquinas. Envolve discussões sobre gestão, orçamento e qualidade de ensino. O trabalho docente deve ser levado em consideração, já que a execução de qualquer projeto em sala de aula prevê a atuação efetiva do professor. Há que se justificar a compra e utilização de tais equipamentos, por meio de projetos de gestão escolar ou projetos pedagógicos que auxiliem a aprendizagem.

Os estudos pedagógicos sobre a metodologia pressupõe escolhas de teóricos que fundamentem a prática docente e possibilite a aprendizagem sem prejuízo discente. Estudiosos da Informática Educativa defendem o uso de computadores como estratégia pedagógica.

Outro fator que deve ser levantado é que os resultados de avaliações por órgãos governamentais do Brasil, como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) mostra deficiências na aprendizagem nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática, o que no mínimo suscita discussões sobre os métodos atuais e sua eficácia, abrindo portas para propostas alternativas de proporcionar interesse dos estudantes tão voltados para as tecnologias de seu tempo. É visível a motivação de estudantes em salas de informática, seja na exploração de jogos ou pesquisa. Seguindo a orientação cognitiva, é possível estimular a criação de software pelos alunos que, sentindo-se autores de projetos, desenvolvem a capacidade exploradora própria da idade. Professores preparados para essa função de orientador são necessários nesse processo.

*“Os estudos conduzidos por Piaget sobre o fazer e o compreender indicam que a compreensão de conceitos envolvidos nas tarefas*

*realizadas está diretamente relacionada com o grau de interação que o aprendiz tem com estes conceitos. Neste sentido, as pessoas mais experientes têm um papel fundamental". (PAPERT, 1994)*

É possível antever o apoio das novas tecnologias na metodologia de projetos, tão propalada nas escolas atuais, que também poderá receber atenção através do uso da Internet como divulgação de atividades, trocas de experiências com outras instituições e levantamento de problemas que servem de motes para projetos mantendo dinâmico o planejamento escolar.

As primeiras políticas públicas relacionando Informática e Educação apareceram na década de 80 e sempre com projetos mediados por Universidades, onde o computador chegou como elemento de pesquisas avançadas. A principal crítica era o descompasso entre a então Secretaria Especial de Informática (SEI) e o Ministério da Educação e Desporto. As políticas em informática visavam mais a capacitação para o trabalho em detrimento de uma melhoria no ensino. Algumas experiências foram:

- Secretaria de informática - SEINF, criada um pouco em 1981.
- Projeto Brasileiro de Informática na Educação - EDUCOM, criado em 1983.
- Comitê Assessor de Informática na Educação, o qual elaborou junto com a SEINF/MEC o Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de 1º e 2º graus, criado em 1986.
- Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), criado pela portaria nº 522 de 9 de abril de 1997 e desenvolvido pela Secretaria de Educação à Distância – Seed, do Ministério da Educação e trabalha de forma articulada com as Secretarias de Educação dos estados, Distrito Federal e alguns municípios, além de universidades, centros de pesquisas, televisões e rádios educativas e outras instituições que utilizam a metodologia de educação a distância.

Como foi visto, é necessária uma fundamentação teórica para justificar em qualquer época a introdução de uma política pública. Nos casos acima não foi diferente, pois na época da elaboração do projeto EDUCOM, a proposta utilizada pelo Estado para justificar a informática na educação foi a de Eduardo O. Campos Chaves (MEC/1985), professor da UNICAMP. Suas principais idéias, as quais referendaram o projeto na época, eram as seguintes:

- O computador surge como um meio auxiliar alternativo, um recurso para diminuir as carências, em especial do primeiro grau, quanto à evasão e a repetência.
- As formas de utilização do computador na educação não se prestam a atingir todos os objetivos educacionais, sendo que há formas mais adequadas para certos objetivos do que para outros, mas, no geral, qualquer forma de utilização da informática na educação pode trazer resultados pedagógicos. (MOARES, 1991)

Não há consenso no assunto Informática nas escolas. A implantação se faz em meio a essa polêmica, onde em primeiro plano temos uma discussão política sobre recursos, globalização, necessidade do mercado e financiamentos. Mas a questão pedagógica existe e é fundamental na avaliação da validade de qualquer projeto.

O PROINFO possui objetivos em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo MEC e pelo CONSED (Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação). O Programa tem normas bem definidas e só recebem computadores as escolas com um Projeto Pedagógico aprovado pelas comissões estaduais, recursos humanos capacitados para implementar o projeto e ambiente adequado para a instalação e uso de equipamentos (segurança, alimentação elétrica de qualidade e conforto para professores e alunos).

Diante dessa explanação, fica claro que a escola que seja contemplada concorde com tais regras e acompanhe o desenvolvimento do processo. Cabe esclarecer bem o procedimento do Projeto:

- a) Aumentar o uso pedagógico dos equipamentos instalados nos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE). É implantada uma plataforma onde professores poderão comunicar-se com outros e trocar experiências e conhecimentos. É esperado que os professores capacitados sejam multiplicadores, isto é, repassem através dessa plataforma o que aprenderam.
- b) Os alunos devem utilizar os computadores para melhoria de aprendizagem em todas os componentes curriculares. Espera-se que cada professor desenvolva projetos em sua aula que contemple a utilização das máquinas. Para isso é necessário que tenha feito a capacitação.

*“O PROINFO tem na formação de recursos humanos sua principal condição de sucesso. Por essa razão, cerca de 46% dos recursos alocados são destinados à capacitação de professores”.*

(DIRETRIZES DO PROINFO, 1997)

Segundo o *site* oficial do Governo, até o 1º semestre/2005 haviam sido capacitados 8000 profissionais, instalados 32.255 computadores com atendimento em 2.600 escolas em 1.025 municípios. Previa-se até 2002, a instalação de 105.000 computadores em 6.000 escolas beneficiando 7,5 milhões de alunos. Estimava-se ainda a capacitação de 25.000 professores.

Esses números indicam que a implementação dos computadores nas escolas é uma realidade, embora sua aceitação pelo corpo docente mereça ressalvas. O Programa investe em capacitações que supram as dificuldades no engajamento dos professores da escola. Como Política Pública esse Programa merece ser avaliado não só na execução como na sua eficiência pedagógica.

A informatização das escolas públicas no Brasil está preste a se transformar em realidade. No Rio de Janeiro, em 1999, ao todo foram 800 escolas beneficiadas pelo PROINFO, além das 200 com seus laboratórios financiados diretamente pela Secretaria de Estado de Educação, através do recurso de 15 mil reais, liberado pelo governo estadual, para a compra do Kit CPU. Fazem parte deste kit a adaptação de uma sala-ambiente, cinco mesas e dez cadeiras, cinco computadores, uma impressora colorida, estabilizador e material de consumo, como disquetes, papel e tinta. Segundo Regina Chaloub, ex-assessora-chefe de Informática da Secretaria, a intenção primeira desta iniciativa é "a renovação da prática pedagógica, propiciando um salto qualitativo no sistema educacional do país". Quando perguntada sobre o que pensa a respeito da polêmica de solucionar a "questão das carteiras" para só depois trazer o computador para a sala de aula, ela diz não ter dúvida de que o processo deve correr em paralelo, concordando com aqueles que afirmam que a implantação da informática na educação é uma corrida contra o tempo: "quanto mais demorar a acontecer, maior será a defasagem de nossas crianças em relação ao resto do mundo". (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2000)

Foram investidos cerca de 220 milhões de reais para o treinamento e a capacitação de professores e técnicos de suporte à informática educativa. Para tanto, só no Rio de Janeiro, até hoje, foram implantados doze Núcleos de Tecnologia Educacional (NTEs) dos 200 que estão distribuídos por todo o Brasil. Assim, os profissionais ali formados posteriormente serviram de

agentes multiplicadores. Das 1951 escolas públicas estaduais existentes, já se pode dizer que cerca de 57 foram informatizadas. O Colégio Estadual Souza Aguiar, no Centro do Rio de Janeiro, possui experiência anterior, já que foi atendido pelo Educom.

Na Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro a implantação das salas de Informática ocorreu sem o apoio do PROINFO a princípio, mas com a mesma filosofia: capacitar professores para atuarem em salas informatizadas e multiplicarem esse conhecimento com colegas. O sucesso do Programa se faz com a efetiva participação do professor da escola em cada componente curricular. O responsável pela sala dá apoio às aulas, mas não deve ser responsável por elas.

O projeto executado pela SME/RJ e pelo Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, previa que as aulas de Informática fossem planejadas em conjunto com o professor responsável pela sala e o professor do componente curricular, mas ministrada por esse. Tanto na esfera municipal, como na estadual, e talvez o mesmo em várias instituições, o responsável pela sala fica com a responsabilidade de desenvolver as aulas. Esse procedimento acarreta alguns entraves para o sucesso de qualquer Projeto em Informática:

- a) O pouco aproveitamento dos alunos em termos de conteúdo a ser desenvolvido, pois o professor da sala de informática não é especialista em todas os componentes curriculares.
- b) Falta de engajamento dos professores na implementação da informatização. Se não participa, não valoriza.
- c) O aluno não relaciona as atividades realizadas nos dois ambientes, já que não há planejamento conjunto entre os professores.
- d) Como Política Pública, o orçamento destinado às capacitações acaba não sendo utilizado de forma eficaz, gerando críticas quanto a real necessidade da informatização. (Fonte: Apresentação dos Resultados do Levantamento de Informações - Dificuldades na Articulação em EAD(2005)<sup>3</sup>

Esses aspectos não são isolados, nem regionais. São reais merecendo uma reflexão. Afinal, os equipamentos instalados e o uso das salas não devem ser sub-explorados. A

---

<sup>3</sup> Departamento de Educação à Distância dos Estados(EAD) - SEE/MEC.

dificuldade dos professores em incorporar o computador em sua prática docente tem sido muito discutida constituindo um entrave na avaliação das escolas.

Em muitas escolas, as máquinas chegam, professores são capacitados, mas não se garante que as aulas informatizadas chegarão aos alunos com uma orientação mediada pelo especialista de cada área ou, no caso do 1º segmento do 1º grau, professores do Núcleo Comum. As escolas que identificam esses problemas procuram, além da capacitação técnica, a pedagógica, pois é ela que fundamentará a presença dos professores e reforçará o papel do professor.

Todo investimento deve seguir normas de implementação e ser acompanhado para evitar desperdício e mal aproveitamento de recursos. O PROINFO determina como será feita a implementação e exige que seus multiplicadores possuam formação condizente à função que exercerão. Além do recurso humano, o acompanhamento pretende verificar como e em que medida o impacto da tecnologia provoca mudanças qualitativas e quantitativas no processo educacional, contribuindo para motivar o educando a tornar-se co-responsável pela sua aprendizagem e para estimular os professores no desempenho de uma prática educativa comprometida com essa política. A equipe pedagógica da Escola deve preparar um registro constante das atividades desenvolvidas na sala de informática e sua relação com as atividades de sala de aula buscando as seguintes ações:

- Identificar indicadores do desenvolvimento da auto-estima dos educandos atendidos nos laboratórios, e dos graus de autonomia e segurança por eles alcançados.
- Viabilizar ações de acompanhamento e avaliação que integram todos os parceiros desse Programa.
- Manter dados atualizados sobre o andamento do Programa no Estado e divulgar os resultados alcançados.
- Identificar formas alternativas e novas ações para superar situações adversas e aperfeiçoar as demais.

Os critérios de seleção de professores para atuarem nos laboratórios são:

**A) Funcionais:**

- Que seja efetivo na escola que receberá o laboratório
- Tenha, no mínimo, 02 anos no sistema público de educação e não esteja próximo da aposentadoria
- Que tenha, se possível, curso superior
- Que seja regente de classe
- Que tenha, se possível, horário integral

**B) Pessoais:**

- Criticidade
- Seja responsável
- Seja assíduo
- Tenha boa comunicação

Cada laboratório implantado contará com 03 professores efetivos, da rede pública de ensino, regentes de classe, com habilitação em curso superior e formação em informática educativa, oferecido pelo NTE. Esses professores atuarão como regentes no laboratório de informática da escola, planejando juntamente com professores de diferentes disciplinas, os projetos pedagógicos a serem desenvolvidos pelos alunos. Os laboratórios estarão integrados pedagogicamente ao NTE de sua região. É de responsabilidade das escolas a coordenação administrativo-funcional do pessoal dos laboratórios.

### Capítulo 3 - A INFORMÁTICA NO COLÉGIO PEDRO II

Inaugurado em 1837, com a presença do imperador, das princesas, suas irmãs, de todo o Ministério, e de outros dignitários, o Colégio Imperial de Pedro II foi organizado segundo padrões educacionais europeus, espelhando-se na estrutura do Collège Henri IV, de Paris. O Imperial Colégio Pedro II foi criado para servir de modelo a outros estabelecimentos de ensino do município da Corte e das Províncias.

O Colégio foi dividido, em 1857, em duas seções: Externato e Internato. A criação do Internato teve como objetivo de ampliar o número de vagas do Colégio, contribuindo para a necessária formação cultural dos representantes das elites regionais.

O professor Aluísio Barbosa(1989), em sua “Nótula Histórica” sobre o Colégio Pedro II, acrescenta:

Em 1858, o Internato começou a funcionar na Chácara do Engenho Velho, na Rua São Francisco Xavier, próximo ao Largo da Segunda-Feira, na Tijuca. De lá, em 1888, transferiu-se para o Campo de São Cristóvão, onde se encontram, hoje, as modernas instalações da Direção-Geral e as Unidades Escolares de São Cristóvão. As antigas instalações de Internato foram destruídas por um incêndio em 1961. Com a Proclamação da República, em 1889, o Colégio teve seu nome mudado. Passou a denominar-se Instituto Nacional de Instrução Secundária, e, posteriormente, Ginásio Nacional. Em 1911, voltou a Ter seu glorioso nome de origem – Colégio Pedro II.

Em 1925, a Reforma da Educação Rocha Vaz criou o Conselho Nacional do Ensino que, na Seção de Ensino Superior e Secundário, tinha como membros natos os diretores, um catedrático e um docente do Colégio Pedro II.

Daquele período até a década de 50, os estabelecimentos poderiam solicitar ao Ministério a formação de uma banca para validação dos exames , desde que provassem que seus programas de ensino fossem iguais aos do Colégio Pedro II, razão pela qual designavam-no “colégio padrão do Brasil”.

O Externato, nos Governos de Getúlio Vargas e de Juscelino Kubitschek, teve necessidade de aumentar as Seções, visando à ampliação da oferta de vagas. Foram criadas, em 1952, as Seções Norte e Sul e, em 1957, a Seção Tijuca.

Na década de 60, o Internato transformou-se em semi-internato, que, posteriormente, foi também extinto, passando a funcionar em regime de Externato. Em 1979, as Seções passaram

a ser designadas Unidades de Ensino, de acordo com o bairro em que se localizavam: Centro, Engenho Novo, Humaitá, São Cristóvão e Tijuca.

Em 1976, o Colégio implantou a profissionalização no 2º grau, determinada pela Lei nº 5.692/71. Ao publicar o Plano de habilitações básicas, no entanto, a Congregação, órgão máximo e de caráter deliberativo, expediu parecer alertando sobre o risco de uma educação técnica de má qualidade, em função de carência de equipamentos somada à falta de pessoal docente especializado.

Em 1984, foi criada, em São Cristóvão, a primeira Unidade de Ensino de Primeiro Segmento do Ensino Fundamental (da classe de alfabetização à 4ª série). Nos anos subseqüentes, criaram-se as demais unidades deste segmento: Humaitá (1985), Engenho Novo (1986) e Tijuca (1987).

Hoje, o Colégio Pedro II possui as Unidades Escolares I e II na Tijuca, no Humaitá e no Engenho Novo. Há Unidades I (ministra aulas no Ensino Fundamental da Alfabetização à 4ª série do 1º grau), II (ministra aulas para as turmas de 5ª a 8ª série do 1º grau e Ensino Médio) e III (ministra o Ensino Médio noturno) em São Cristóvão e somente Unidade II no Centro. Foi criada em caráter experimental a Unidade Realengo em 2005 para o Ensino Médio.

Desde sua criação nas Unidades Escolares de 1º Segmento do Ensino Fundamental, a Matemática é trabalhada utilizando uma metodologia de construção com uso de materiais de manipulação, estruturados ou não, norteados na teoria piagetiana. A construção do número nas classes de Alfabetização partia da classificação de objetos, agrupamento identificando atributos até a numeração de conjuntos. Os conceitos matemáticos são abordados levando em conta as conjecturas de estudantes e seus conhecimentos prévios.

Com a criação do Laboratório de Informática Educativa da Unidade Humaitá I, em 1993, o ensino de Matemática ganha reforço no uso da Linguagem de Programação LOGO, criada por Papert, que traz uma fundamentação na teoria construtivista, onde alunos "ensinam" uma tartaruga virtual a mover-se pela tela do computador com comandos "para frente", "para trás", "para direita", "para esquerda" entre outros que exploram a orientação espacial. Esse trabalho foi desenvolvido em todas as séries do 1º Segmento. Como linguagem estruturada, apresenta

alguma dificuldade para os estudantes em programações mais sofisticadas, o que mantinha o trabalho focado na Geometria e na orientação por coordenadas.

Com a popularização dos micros, o laboratório foi, pouco a pouco, explorando possibilidades de uso dos aplicativos *MS-OFFICE*, como o editor de textos e de apresentação em slides.

Paralelamente a esse processo, o uso de planilhas para calcular médias e gerar relatórios com gráficos dos Conselhos de Classe provocou o conhecimento das funções matemáticas desse aplicativo. Aparentemente uma tábua de cálculo destinada a Matemática Financeira, o *MS-EXCEL* mostrou-se útil no cálculo de frações na forma ordinária (numerador e denominador), decimal, número misto, resto de divisão e, de forma simples, uma programação com a lógica "se...então...senão" comum nas linguagens de programação. Aulas antes só imaginadas no quadro foram substituídas por simulações virtuais que possibilitaram lançamento de conteúdos, levantamento de hipóteses além de criação de atividades por parte dos alunos.

O trabalho com as planilhas eletrônicas é realizado na Unidade Humaitá I nas turmas de 4ª série. Essa Unidade localiza-se na Zona Sul da cidade, no bairro de mesmo nome, corredor de acesso às zonas turísticas mais importantes do Rio de Janeiro. Nas proximidades ficam a Casa de Rui Barbosa e o Jardim Botânico. O ingresso dos alunos nas classes de alfabetização é realizado por sorteio, o que dá oportunidade a crianças de baixa renda.

No colégio, da rede federal, a experiência da informatização tem sido bastante proveitosa e dado bons frutos. Os Laboratórios de Informática desenvolvem trabalhos na grade curricular - nível de 1º segmento do Ensino Fundamental - e nas séries superiores, quando solicitada pelo professor.

A capacitação de professores é realizada pelos próprios laboratórios e os equipamentos são adquiridos pelo MEC ou doados pela Receita Federal. O contrato com o PROINFO está em fase de planejamento.

Na apresentação da proposta pedagógica em Informática Educativa do Colégio Pedro II (2002), foi ressaltado os desenvolvimentos da tecnologia, da ciência e da comunicação como referências para entendimento do mundo atual. Segundo o documento:

*“A evolução tecnológica trouxe à atualidade o computador, que, com a estruturação da rede mundial (Internet), tornou-se um poderoso veículo de comunicação, uma ferramenta sofisticada que serve também à educação e, portanto, influencia e sofre influência dos princípios filosóficos e das teorias pedagógicas”.*

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) explicitam as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Informática por meio da utilização dos recursos que o computador oferece, partindo sempre da necessidade trazida pela aplicação de conceitos da disciplina e/ou estruturação de um projeto. O Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II (2002) dá as orientações de Competências e Conteúdos a serem trabalhados em Informática:

## 1. Competências

### 1.1 Representação e comunicação

- Utilizar a Informática como recurso para novas estratégias de aprendizagem, capaz de contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento, nas diversas áreas.

### 1.2 Investigação e compreensão

- Reconhecer os principais equipamentos de Informática, de acordo com suas características, funções e modelos;
- Compreender as funções básicas dos principais recursos e ferramentas mais difundidas, tais como sistemas operacionais, interfaces gráficas, editores de textos, planilhas de cálculos e aplicativos de apresentação;
- Conhecer e usar os mecanismos de busca existentes para acesso a materiais e fontes disponíveis na Internet.

### 1.3 Contextualização sociocultural

- Utilizar-se de uma rede global como a Internet para desenvolver pesquisa e investigação, possibilitando a ampliação do conhecimento comparando informações com outras realidades, experiências e culturas;

- Usar uma rede local ou corporativa, como a Intranet, com vistas a agilizar a comunicação, desenvolver ações ligadas a atividades preestabelecidas, viabilizando trabalhos em equipe, de forma presencial ou virtual;
- Compreender as variedades de tipos de software, percebendo sua aplicabilidade de acordo com as atividades a serem desenvolvidas, sejam as propostas pelas diferentes disciplinas, sejam as atividades de vida pessoal.

## 2. Conteúdos

- Lógica interna do computador, seus principais periféricos e sistemas operacionais;
- Organização de arquivos e documentos no computador;
- Mecanismos essenciais para a construção de documentos de formatos e fins variados (via diferentes categorias de aplicativos): cortar/colar, formatação de texto e tabelas (fontes, parágrafos, células, linhas, bordas, cabeçalho/rodapé, entre outros), classificação e outras funções;
- Princípios gerais de construção de planilhas e extração de gráficos (organização de células: colunas, linhas, incluindo o uso de fórmulas);
- Recursos para aplicações gráficas (uso de linhas, formas, cores, texturas, etc.);
- Emprego de programas específicos, auxiliares à construção de conhecimento ou transmissão de informações;
- Internet (mecanismos de busca, pesquisa, troca de informações via e-mail, etc.).

3.1 - Os Conteúdos Matemáticos e as Planilhas Eletrônicas: Uma abordagem construtivista de aprendizagem sugere um ambiente onde o estudante seja agente de seu processo de aquisição de conhecimento.

É nesse ambiente que os estudantes podem dialogar com a máquina, tratar seus erros e acertos como auxiliares de desenvolvimento. Um escritor revisa seu texto várias vezes. O programador faz o mesmo com seu programa.

Como foi visto anteriormente, o desenvolvimento do pensamento matemático foi conflitante e demorado. A Matemática da escola não deve ser imediata e perfeita escamoteando a verdade histórica da investigação. O estudante que constrói um projeto para

ser utilizado por outros estudantes desfrutará do prazer sentido por cientistas que vêem sua descoberta sendo utilizada.

Como enfatizaram as autoras Maria Alice Gravina Lucila e Maria Santarosa no texto APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM AMBIENTES INFORMATIZADOS (1998):

*“No contexto da Matemática, a aprendizagem nesta perspectiva depende de ações que caracterizam o ‘fazer matemática’: experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e enfim demonstrar. É o aluno agindo, diferentemente de seu papel passivo frente a uma apresentação formal do conhecimento, baseada essencialmente na transmissão ordenada de ‘fatos’, geralmente na forma de definições e propriedades. Numa tal apresentação formal e discursiva, os alunos não se engajam em ações que desafiem suas capacidades cognitivas, sendo-lhes exigido no máximo memorização e repetição”.*

O debate sobre o porquê utilizar o computador na sala de aula em aulas de Informática está aberto. O desenvolvimento da Educação Matemática na década de 80 mostrou a necessidade de resolver deficiências na aprendizagem auxiliando os professores com técnicas, materiais de manipulação entre outras metodologias. O desempenho melhora em alguns níveis de escolaridade, mas as metodologias dependem ainda de fatores inerentes à matemática, que foram abordados no capítulo 1: crenças, emoções, condições socioculturais, formação profissional, etc.

Vencer esses mitos, ensinar matemática, dar autonomia na resolução de problemas, motivar a organização com aperfeiçoamento constante de projetos culminando na apresentação de trabalhos é desejo dos profissionais. A questão é como obter resultados.

A opção pelas planilhas eletrônicas sugere uma abordagem reflexiva de construção de projetos explorada por Donald Schön, onde professor e aluno debatem propostas, modificam suas idéias no momento da ação.

Os profissionais são preparados nas escolas de formação para ensinar estudantes que apresentem equilíbrio emocional, conhecimentos prévios, estruturas cognitivas desenvolvidas, ambiente familiar participativo com capacidade para aprender qualquer conteúdo, bastando para isso serem abordados com a metodologia conveniente. O problema começa quando a realidade se apresenta de forma diferente.

Trabalhar com estudantes que têm dificuldades, medos, além de histórico negativo na matemática implica em trabalhar com os chamados casos únicos. Schön (2000, p.17) explica:

*“E porque o caso único transcende as categorias da teoria e da técnica existentes, o profissional não pode tratá-lo como um problema instrumental a ser resolvido pela aplicação de uma das regras de seu estoque de conhecimento. O caso não está no manual. Se ele quiser tratá-lo de forma competente, deve fazê-lo através de um tipo de improvisação, inventando e testando estratégias situacionais que ele próprio produz”.*

Conjugando experiências anteriores com a capacidade de inovar, testar possibilidades novas, reconstruir a prática, levando em conta os sentimentos e emoções que circundam o ambiente de aprendizagem, o professor percebe os casos únicos aproximando-se do estudante.

*“Quando um profissional reconhece uma situação como única não pode lidar com ela apenas aplicando regras derivadas de sua bagagem de conhecimento profissional. E, em situações de conflito de valores, não há fins claros que sejam consistentes em si e que possam guiar a seleção técnicas dos meios”. SCHÖN (2000, p.17)*

No capítulo 1, abordou-se a influência da emoção no ensino da matemática. Lidar com estudantes com histórico negativo em relação à disciplina, requer do professor um desprendimento de suas convicções, estratégias sedimentadas em sua formação associado a um talento artístico, que na observação de Schön (2000), confere competência para ensinar, diferenciando os profissionais entre si. Os casos únicos, que desafiam as técnicas tradicionais, precisam de ações fundamentadas com reflexões inovadoras tanto dos profissionais, como dos estudantes. O racionalismo técnico, sozinho, é ineficaz nos casos singulares. Essa capacidade do professor não é explicável em primeiro momento. É fruto do conhecimento e da reflexão na ação, no ato do fazer.

*“Tenho usado o termo **talento artístico profissional** para referir-me aos tipos de competência que os profissionais demonstram em certas situações da prática que são únicas, incertas e conflituosas. Observe, no entanto, que o talento artístico é uma variante poderosa e esotérica do tipo mais familiar de competência que todos nós exibimos no dia-a-dia, em um sem-número de atos de reconhecimento, julgamento e **performance** habilidosa. O que chega a ser surpreendente sobre esses tipos de competência é que eles não dependem de nossa capacidade de descrever o que sabemos fazer ou mesmo considerar, conscientemente, o conhecimento que nossas ações revelam”.* SCHÖN (2000, p.29)

O estudo de Schön sobre a atuação dos instrutores e alunos situa-se no ambiente de um ateliê de arquitetura onde o *design* é pano de fundo do desenvolvimento de um projeto

pelos estudantes. A chamada “reflexão recíproca” é o conhecimento da linguagem específica do pensamento do estudante conjugada à demonstração de como fazer por parte do professor, que em primeiro instante leva à imitação, com um diálogo constante, buscando o envolvimento de ambos com o material a ser construído.

Esse caminho será percorrido durante a construção dos projetos de jogos interativos com uso de planilhas eletrônicas, abordando conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental. Nesse processo, o professor acompanhará o desenvolvimento da aprendizagem de alunos que apresentam desempenho bom ou deficiente nas avaliações formais de sala de aula. A situação é a mesma para todos e possibilita que cada um exiba sua individualidade em habilidades como organização espacial, produção de texto, harmonia ao lidar com cores, criatividade na elaboração de exercícios, capacidade de expressão oral e trabalhar em equipe entre outras competências transdisciplinares.

3.2 - Construindo um Projeto de Jogos em Planilhas pelos estudantes: Antes de tudo deve ficar claro que os jogos em Matemática possuem caráter pedagógico e o termo não deve ser confundido com diversão plena. A proposta é que a atividade de construção desafie o estudante autor na medida em que precisa de conhecimentos matemáticos e capacidade de comunicação escrita, além de um design motivador para o estudante que for submetido ao jogo.

A proposta desafiadora para estudantes da 4ª série de construir um jogo aritmético destinado a classes de 1ª a 3ª séries do Ensino Fundamental onde, após efetuar as operações na tela do micro, o usuário lê mensagens indicando seus acertos e erros envolve ações mentais do estudante programador:

- 1) Como deve ser a tabela?
- 2) Como formatá-la para ser visualmente agradável?
- 3) Como evitar que dados sejam apagados inconvenientemente?
- 4) Como avaliar as respostas?
- 5) O que o programa deve “responder” se ele acertar?
- 6) Como protejo os dados?

### 7) Como ser claro nas instruções aos estudantes?

O aplicativo não vem com essas respostas. Elas envolvem considerações de todo o tipo: uso da linguagem, lógica de pensamento, respeito às limitações do outro, cuidados com o projeto. Nesse momento o estudante programador assume o comando, responsabilizando-se pelo projeto. O professor, no papel de instrutor, auxiliará opinando quando solicitado, corrigindo os desvios do objetivo inicial, demonstrando seu conhecimento, debatendo o projeto de cada estudante buscando a reflexão deste. A construção de uma tabela na planilha difere do preenchimento dessa num exercício usual.

Uma tabela usual seria o exercício: “Preencha a tabela com números convenientes.

A	B	A + B	A - B
1234	345		
	378	1000	
	555		100
6778			0

Essa tabela é utilizada no desenvolvimento do conceito de adição e subtração de naturais. Envolve uma série de ações, tanto do professor que a formula, quanto do estudante que a preenche.

Ao trabalhar as adições e subtrações de naturais, os estudantes são levados a utilizar as relações aritméticas, conhecer os termos, além de relacioná-las em problemas. Aqueles que ainda estão no processo de entendimento dessas relações apresentam dificuldades. Elas são de ordem afetiva com as frases “não sou bom em matemática”, “não decorei a tabuada”, “não entendi os problemas”, etc. Analisando com atenção a tabela, o professor estuda com o estudante observando as regularidades:

- Nessa tabela o valor de “A” tem alguma relação com o valor de “B”?
- A adição poderia ser zero? De que forma?
- A subtração poderia ser zero? De que forma?
- A adição poderia ser maior que “A” ou “B”?

e) A subtração poderia ser maior que “A” ou “B”?

Essas observações são limitadas e são motivadas pelo professor porque os estudantes somente conferem os resultados após o preenchimento. Na verdade, essas reflexões foram elaboradas pelo professor ao construir a tabela para os estudantes. Como fazê-los refletir espontaneamente? Propondo que construam uma tabela desse tipo nas planilhas na forma de um jogo, avaliando o resultado com uma mensagem gráfica ou textual.

Ao aceitarem esse projeto, os estudantes precisarão decidir valores, tamanho da fonte, cor, borda, mensagem, enfim todo o design. Pensar e refletir sobre tudo, mas definitivamente, construir algo. O termo “design” possui interpretações diferentes, mas será utilizado aqui na visão de Schön (2000) como um “tipo de construção”. Segundo esse autor, vê-lo somente como um processo de instrumental de solucionar problemas em sua forma mais pura e da melhor forma é reduzi-lo à otimização:

*“Essa visão ignora as funções mais importantes do design em situações de singularidade, incerteza e conflito, em que a solução instrumental de problemas – e certamente a otimização – ocupam um lugar secundário, se é que têm algum lugar. Vejo, ao contrário, o processo de design como um tipo de construção”. (p.43)*

A tarefa a seguir é operacionalizar o projeto de construção da tabela. Envolve conhecer o funcionamento das operações nas planilhas, regras de sintaxe, lógica, além dos conhecimentos das propriedades aritméticas relacionadas.

3.2.1 - A compreensão do projeto: esse momento inicial causa insegurança nos estudantes que apresentam dificuldade em entender a linguagem utilizada. A novidade da atividade requer do professor uma postura de otimismo, acompanhamento auxiliando-os na tarefa. Ao estudante requer confiança no professor renunciando uma predisposição contrária ao novo. O medo do fracasso leva ao marasmo dando a impressão de apatia. A atividade corre o risco de remeter o estudante a mesma dificuldade das atividades tradicionais levando-o de novo, ao desestímulo. O professor deve perceber a dificuldade inicial do estudante reconhecendo a situação anterior vivida em sala de aula, sanando as inseguranças:

*“É a nossa capacidade de ver situações não-familiares, como familiares, e de proceder nas primeiras como já o fizemos nas anteriores, que nos habilita a associar uma experiência passada ao caso único. É nossa capacidade de **ver como** e **fazer como** que nos permite dar um sentido*

*a problemas que não se encaixam em regras existentes". SCHÖN (2000, p.63)*

Um estudante que apresenta dificuldades, na matemática tradicional de sala de aula com operações fundamentais, trará essa dificuldade na execução do projeto. Ao ser solicitado que construa uma tabela como a do papel apresentada, surge a dificuldade de exploração do espaço da planilha. Essa dificuldade é de todos. Associar conhecimentos anteriores faz-se necessário além do linguajar a ser utilizado:

- 1) conceito de linha (posição horizontal)
- 2) conceito de coluna (posição vertical)
- 3) conceito de célula (espaço onde se digitam dados)
- 4) ícones (símbolos que representam ferramentas ou operações)
- 5) fórmulas (expressão matemática que associa valor a resultado) e validação das mesmas
- 6) conceitos dos termos: fonte, borda, referência de célula (A1, B3, C4) com a ordenação rigorosa de letra-número.
- 7) Operações específicas do aplicativo: arrastar, selecionar, copiar, cortar, desfazer, etc.

De início as informações ficarão confusas, a autonomia na criação estará incipiente, os objetivos do projeto ainda obscuros causando uma sensação de incompetência na execução da tarefa. Acompanhar de perto com sugestões, exemplos, diálogos, opiniões entre outras intervenções é papel do professor ao refletir sobre sua prática.

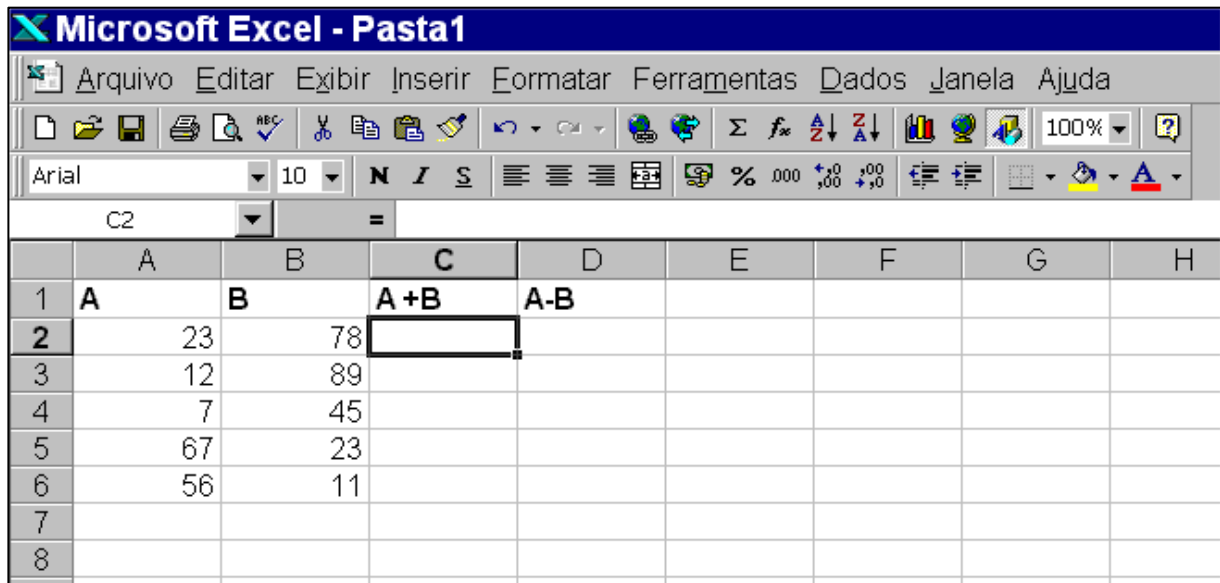
A capacidade de sucesso do projeto está no comprometimento do estudante com o processo de criação e sua confiança no professor em ajudá-lo. Schön (2000, p.72) esclarece:

*"Inicialmente, o aluno não entende, e nem poderia, o que significa o processo do projeto. Ele considera o talento artístico de pensar como um arquiteto nebuloso, obscuro, estranho e misterioso. Além disso, mesmo que sejamos capazes de dar uma explicação verbal plausível do processo de projeto – intelectualizando-a -, ele ainda seria incapaz de responder à demanda de que demonstre uma compreensão do design no fazer".*

O autor cita o termo "nadando em águas desconhecidas" como o momento da insegurança do estudante em envolver-se em atividade nova e necessitar da confiança no professor.

A aprendizagem será mais eficaz quando essa confiança se dá. No caso das planilhas, o estudante se depara com um espaço novo ainda sem noção de como organizá-lo.

Reproduzir a tabela do papel é o primeiro passo.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	A	B	A+B	A-B				
2	23	78						
3	12	89						
4	7	45						
5	67	23						
6	56	11						
7								
8								

O professor relaciona de forma clara as regras da formação da tabela proporcionando ao estudante a oportunidade de tomar iniciativas. Como o estudante recebe e reage a essa proposta, sempre é uma surpresa. As dificuldades começam pela confiança do estudante de que o projeto é possível, que dará certo. Sua crença inicial é de que tais construções são obras de profissionais especializados e que dominam grandes conhecimentos de Informática. Aqui o professor precisa dar apoio ao estudante procurando amenizar suas angústias com encorajamento e dando exemplos que podem, a princípio serem imitados.

A atuação do professor é comentada por Schön:

*“O instrutor tem um dilema complementar ao do estudante. Ele sabe que não poder inicialmente comunicar-lhe aquilo que sabe sobre o processo de projeto. E sabe que o estudante, como um postulante a quem se pediu que desse esse salto no escuro para aprender, só pode ter boas razões para estar agindo, se começar a agir. Não importando o quanto o instrutor não goste de pedir que o estudante abra mão da sua autonomia, ele deve convidá-lo para entrar em um relacionamento temporário de confiança e dependência”. (p.80)*

A planilha construída inicialmente possui uma apresentação fria, sem aparência estética para o estudante acostumado aos cenários coloridos e bem decorados. Será desafiante para o professor ganhar sua confiança e convencê-lo a abraçar a proposta até o fim. Nesse momento o diálogo é importante para que professor e aluno possam colocar suas dúvidas de forma clara,

explicitem suas expectativas sobre o que virá e como executá-lo. O conhecimento do professor sobre o conteúdo e sua segurança no projeto serão muito úteis ao desenvolvimento do trabalho.

3.2.2 - A parceria entre professor e estudante: Durante a construção do projeto, estudante e professor devem se comunicar discutindo, explicitando suas idéias ou dúvidas de design ou de conteúdo, ao longo das ações. Cada estudante apresenta seu progresso e infere sobre o próximo passo. O professor deve instigar com perguntas sobre o projeto, colocando ao estudante questões sobre o objetivo principal, a clareza dele para o usuário do jogo, no caso crianças de outras séries com ou sem experiência com computadores, para que a tarefa seja entendida e executada. Lembrando a necessidade do professor no processo de aprendizagem, o profissional deve estar atento às demandas do projeto, contribuindo com sua experiência e habilidade. Ainda segundo Schön:

*“O instrutor quer comunicar coisas essenciais, algumas que vão além de regras enunciáveis, mesmo que ele seja bom em refletir sobre seu próprio conhecimento tácito. Ele pode alertar seus alunos para a necessidade de responder às demandas inesperadas, colocadas pela situação em resposta a suas ações, mas não pode dar-lhes as regras para fazê-lo”. (p. 81)*

A tabela inicial construída ainda deve ser melhorada. Detalhes merecem questionamentos:

- 1) Na 1ª linha, o resultado da subtração será negativa?
- 2) Como saber se o usuário acertou?
- 3) Os títulos das colunas estão centralizados?
- 4) Está claro para o usuário o que deve ser preenchido?
- 5) Como proteger a planilha para que o usuário não apague os dados iniciais?

Uma pergunta que deve ser feita ao estudante criador, além das anteriores, que estimula a melhora é: “Você está satisfeito com seu projeto?”. Schön (2000) alerta para o cuidado de ser mal interpretado pelo estudante concluindo que sua criação está deficiente gerando um desânimo ou revolta:

*“A questão torna-se crucial exatamente quando um estudante, procurando interpretar a crítica do instrutor a seu trabalho, não consegue entender a visão de processo de projeto que está na base daquela crítica. Então, suas perguntas sobre o erro que ela não conseguiu ver*



Paralelamente, o professor mostra a regra de cálculo de operações nas planilhas eletrônicas: o sinal de “=” sempre precede as operações. Experimentações com a possibilidade de mudar os valores das colunas mantendo-se as fórmulas são estimuladas envolvendo os conceitos de referência (variáveis) e regularidades. Essas informações estão de posse do professor e devem ser compartilhadas com os estudantes.

Após a informação clara de trabalhar com as referências, a tabela vai desenvolvendo o projeto.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data in the spreadsheet:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A+B</b>	<b>A-B</b>				
2	100	78	178					
3	90	89						
4	123	45						
5	99999	23						
6	789	11						
7								
8								
9								
10								

O estudante começa a dominar o aplicativo com a interferência do professor. Essas informações são fundamentais e estão com o professor. Através do diálogo o professor deve mostrar seu ponto de vista, dar pistas de atalhos para dominar o processo atentado às escolhas dos estudantes, respeitando as descobertas a partir das aprendidas. Essa parceria cria a reflexão recíproca de Schön:

*“A reflexão-na-ação torna-se recíproca quando o instrutor trata o design posterior da estudante como uma declaração, contendo significados como “Isto é o que eu acho que você quer dizer”, ou “Isto é o que eu realmente quis dizer”, e responde a suas interpretações mostrando e dizendo mais, o que o estudante, por sua vez, pode novamente decifrar e traduzir um nova performance de produção do design”. (p. 86)*

O processo até esse momento é acessível a todos os alunos. Cada estudante tem a oportunidade de conversar com o professor, ouvir enquanto constrói, dizer o que pensa, refletir, enfim ações que na sala de aula passa despercebido, inibindo sua participação.

No caso peculiar do aluno tímido, com dificuldade em expressa-se oralmente, desempenho matemático deficiente, as construções com planilhas criam um ambiente integrador entre alunos, aumenta a auto-estima, dá confiança, exacerbando habilidades gráficas ou visuais que um projeto dessa envergadura envolve além da capacidade de calcular e resolver problemas tradicionais.

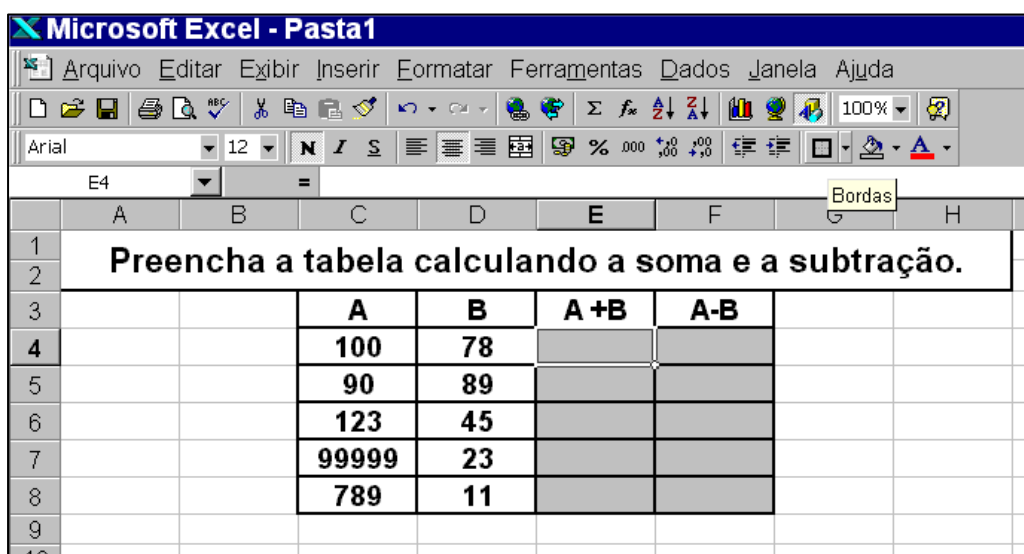
O professor deve estar ciente de que sua expectativa nem sempre é alcançada. As instruções são limitadas pois os estudantes são novatos na tarefa. Schön explica:

*“As idéias do estudante e do instrutor são sempre, a princípio, mais ou menos incongruentes. Sob tais circunstâncias, a má comunicação é altamente provável. Sua correção depende da capacidade e da vontade do estudante e do instrutor de buscarem ativamente uma convergência de significados através de um diálogo de reflexão-na-ação recíproca”.*  
(p. 110)

Caso o estudante não progrida devido a dificuldade de avançar o professor deve mostrar através de seu modelo uma forma de avanço. A imitação, vista de forma vulgar como falta de criatividade, deve ser encarada como uma etapa de criação.

Esse entrave é designado por Schön (2000) como “impasse na aprendizagem”. Na sua visão *“a responsabilidade pelo início da quebra do impasse na aprendizagem deve estar, em princípio, com o instrutor, que presumivelmente está mais bem equipado para fazer o que o estudante ainda não consegue”.*

O professor mostra o que quer quando questiona a instrução clara ao usuário e a formatação para uma apresentação com visual interessante.



	A	B	A +B	A-B
1	<b>Preencha a tabela calculando a soma e a subtração.</b>			
2				
3				
4	100	78		
5	90	89		
6	123	45		
7	99999	23		
8	789	11		
9				
10				

O uso de bordas, mesclagem de células, cor de preenchimento, ordem de ação ao usuário, são linguagens utilizadas para comunicar o que, onde e como deve ser preenchida a tabela.

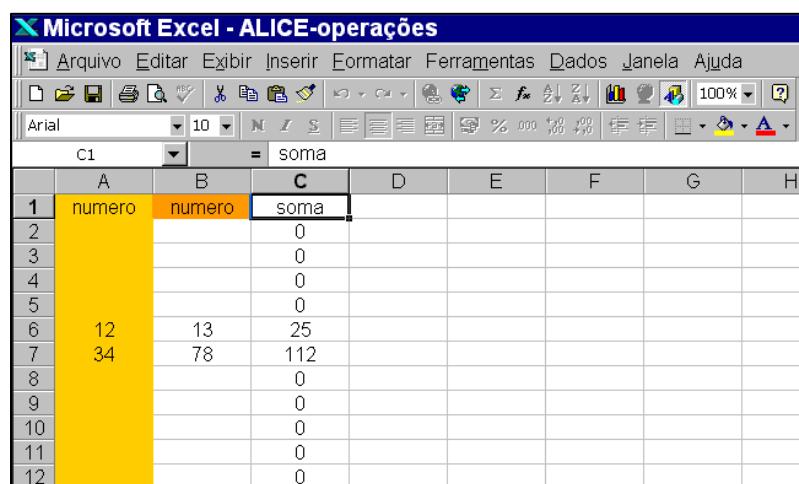
A imitação defendida por Schön é reflexiva:

*“Dada a ambivalência de muitos estudantes em relação à imitação, eles podem querer colocar-se nesse papel de dependência da criança. (...) a imitação reflexiva demanda, ao contrário, uma disposição de fazer o que o instrutor está fazendo, refletindo, ao mesmo tempo, sobre o que ele faz. Entrando conscientemente na maneira como o instrutor produz seu design, o estudante aumenta sua gama possível de performances e amplia sua liberdade de escolha”.*(p. 101)

Durante a confecção do projeto, professores e estudantes conversam, discutem, fazem, buscando o sucesso da tarefa. A participação do professor vai além do ouvir. Mostrar como fazer, explicar claramente os objetivos, enquanto faz, permite uma reflexão na ação tanto do instrutor como do aprendiz. A mensagem do locutor nem sempre chega ao receptor como deveria. A ação prática de ambos mediada pela conversa amplia os horizontes da compreensão possibilitando a autonomia de escolha.

*“O esclarecimento de significados pretendidos e a descoberta e solução de incongruências entre as intenções dos instrutores e as compreensões dos estudantes são melhor atingidos através da ação. É no momento em que os instrutores desenvolvem concretamente suas próprias descrições, que os estudantes têm mais chance de ver o que eles querem dizer”.* SCHÖN (2000, p.126)

a) A fala do estudante, enquanto atua, é ouvida pelo professor que analisa, opina, corrige, amplia, sem modificar de forma abrupta a proposta do aluno. É essencial o diálogo. As dificuldades aparecerão naturalmente na ação. Analisando com o professor sua tabela, o aluno verbaliza seu descontentamento com o resultado. Formula perguntas procurando a melhora de forma consciente do que pretende.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "ALICE-operações". The spreadsheet has a grid with columns A through H and rows 1 through 12. Column A is highlighted in yellow. The data in the spreadsheet is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	numero	numero	soma					
2			0					
3			0					
4			0					
5			0					
6	12	13	25					
7	34	78	112					
8			0					
9			0					
10			0					
11			0					
12			0					

- b) Acho que a cor está clara. Posso modificar só a de algumas células?
- c) Aparecem “zeros” nas células onde ainda estão vazias as das parcelas. Dá para sumir?
- d) Esqueci de colocar a instrução. Como incluí-lo sem precisar apagar?

O professor dará dicas matemáticas e computacionais. A preocupação do estudante em aperfeiçoar seu projeto é sinal de confiança na proposta e em sua capacidade de realizá-lo. O sucesso dessa interação professor-aluno está ao alcance daquele que sozinho na sala acostumou-se ao abandono com suas inseguranças e dificuldades. As diferenças de escolhas permitem a identidade de pensamento, ritmo próprio no avanço da tarefa. O professor interfere nos momentos exatos de conflito, pontuando sua atuação sem perder o foco da dúvida imediata do estudante. Schön (2000, p.128) reforça essa idéia:

*“A reflexão do instrutor gira em torno de duas questões que estão sempre vivas no diálogo. Precisa lidar, em primeiro lugar, com os problemas substantivos da tarefa com caráter de design. Ele deve submeter o design a uma demonstração, em vários aspectos e em vários níveis de agregação. Porém, em segundo lugar, ele deve particularizar suas demonstrações e descrições. (...) a descrição deve ser adequada às confusões, às perguntas, às dificuldades e aos potenciais do estudante naquele momento”.*

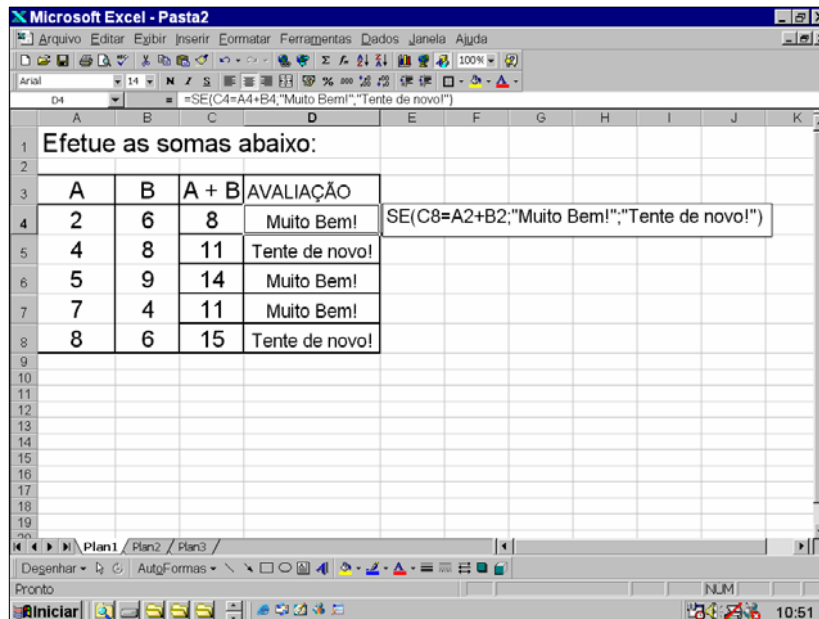
As planilhas tomam caráter de linguagem de programação quando o estudante começa, realmente, a descobrir como interagir com o chamado usuário (o que utiliza seu projeto). Nesse momento aparecem várias facetas humanas relacionadas às emoções vividas na matemática pelos estudantes. As mensagens de erro vêm, no primeiro momento, carregadas de desqualificações ao usuário. De onde vieram? Quem deu essa função desqualificaste ao erro matemático? Que vocabulário é utilizado pelos professores ao designarem os erros?

O projeto toma outra direção no tocante ao seu caráter pedagógico. Projetar significa levar a diante, por para frente. Em termos motivacionais deve estimular ao progresso, a novas tentativas. Volta-se ao tema das emoções que o ensino de matemática provoca e reproduzi-lo aos usuários parece ser a única alternativa dos estudantes. De novo a apresentação do professor da possibilidade de mensagens gráficas ou de otimismo deve ser uma opção.

- 1) “J “ e “L “ transformam-se na fonte *Wingdings* em ☺ e ☹.
- 2) Mensagens como “Tente de novo!”, “Muito bem!”, entre outras, substituem as que baixam a auto-estima ou desqualificam os que erram”.

3) No futuro, as escolhas de cores ou sons indicam o acerto do usuário.

Estudante e professor devem ter em mente a função pedagógica de projetos que é de modificar situações problemáticas. A forma de trabalhar erros de matemática ou outra disciplina sugere uma mudança de comportamento social. O resultado testado pelos estudantes merece uma reflexão de todos sobre seus efeitos no futuro usuário ao ser testado com os colegas.



A construção do projeto, em sua idéia principal, está praticamente realizada. A planilha abordou o conteúdo de operações fundamentais, foi programada para emitir mensagens de erros e acertos com cuidados em relação ao vocabulário utilizado, mas o visual parece não satisfazer aos estudantes. Surge, nesse momento, a troca de informações entre professor e estudante sobre como melhorar o design de apresentação. Foi proposto que os colegas testassem os trabalhos uns dos outros e comentassem.

Serão reproduzidos aqui o projeto das alunas Isabella e Thaís cursando a 4ª série no 1º turno e seus comentários com o professor.

ISABELLA: *Não tem cor. Dá para colocar uma letra com cor?*

THAÍS: *Acho que sim. Eu pinto as letras e você, as células.*

Após a consulta ao professor e recebido a instrução de onde encontrar as ferramentas, o projeto toma um novo visual. A possibilidade de melhorar vai instigando suas curiosidades sobre o aplicativo. A forma encontrada até então é melhor que a original, sem cor, mas ainda

assim parece não satisfazer-las. Informo que é possível tornar as linhas pretas das células invisíveis. Isso parece ser interessante para todos, mas elas se antecipam e apresentam a modificação aos colegas.

	A	B	C	D
1	A	B	A+B	Avaliação
2	5	1		
3	4	3		
4	2	9		
5	5	4		
6	1	2		
7	6	6		
8	3	3		
9	10	2		
10	7	3		

ISABELLA: *Melhorou muito. Nem parece a tela do Excel.*

O professor questiona como as cores foram escolhidas. Afinal, há várias opções e deve haver um motivo, supõe.

THAÍS: *Escolhemos um monte de cores. Mas quando o Vítor sentou perguntou onde deveria por as respostas. As cores confundiam. Daí resolvemos colocar da mesma cor as parcelas.*

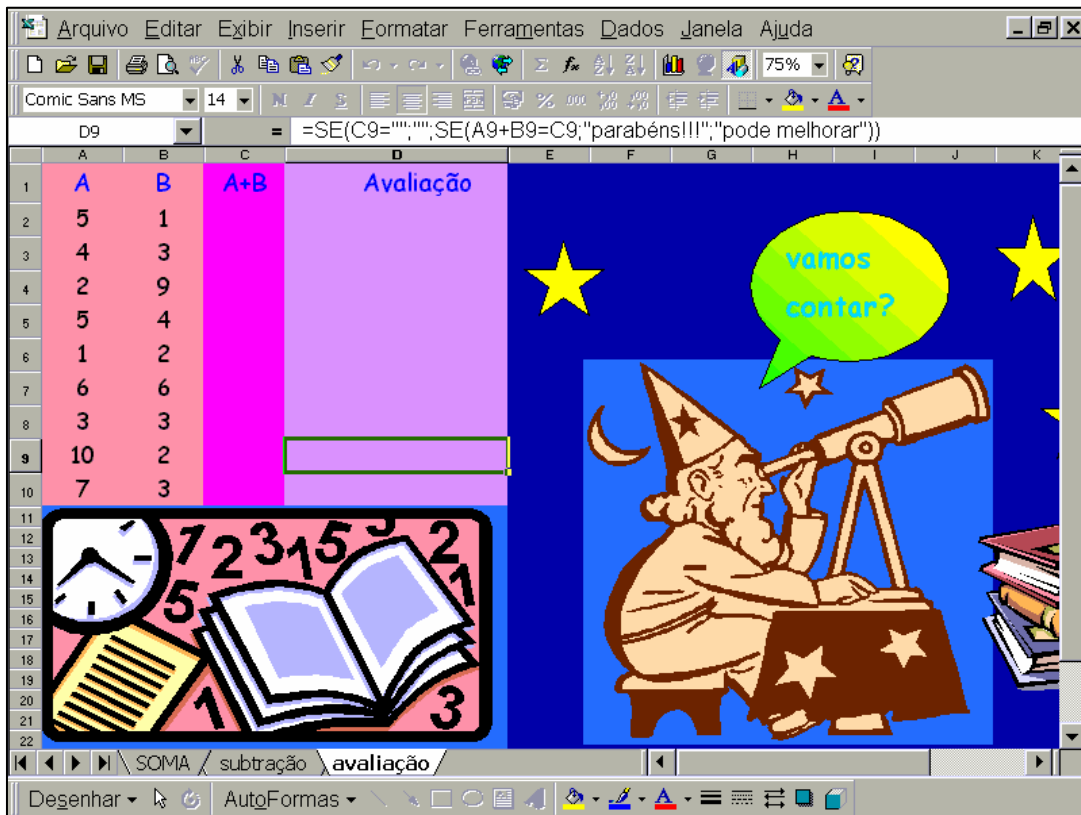
ISABELLA: *As mensagens também ficam com cores diferentes, mas tem que tomar cuidado para a célula não ser mexida errada.*

Nesse momento a discussão já é praticamente coletiva com cada dupla mostrando seu trabalho e, de certa forma, imitando o critério adotado. A preocupação com a proteção também foi resolvida com uma senha liberando somente as células de respostas. Considerado terminado faltava verificar se houve erros ortográficos e se os estudantes da 1ª série iriam gostar. Alguém perguntou se faltava imagens e se era possível por desenho.

THAÍS: *Pode por desenho?*

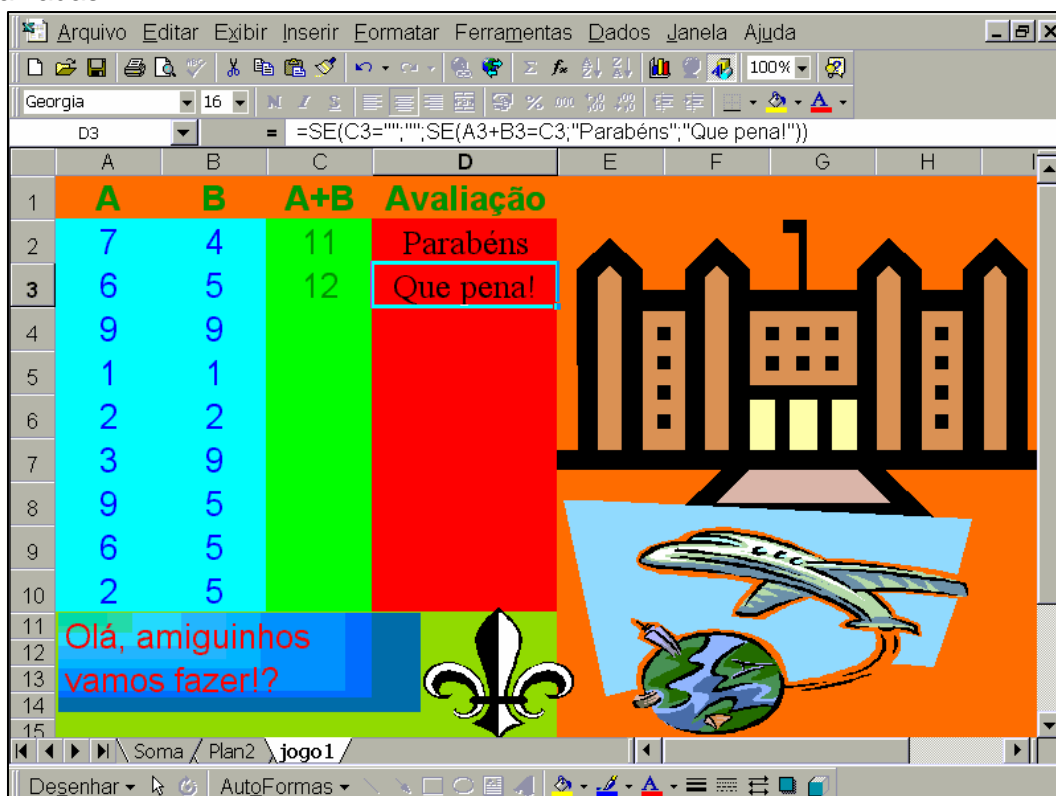
ISABELLA: *Criança gosta disso. Sempre tem algum bonequinho nos jogos de videogame. Som também.*

Foi liberado pelo professor para que buscassem figuras no próprio aplicativo ou na Internet. Abaixo, são mostrados alguns projetos prontos.



Thaís e Isabella

O resultado final parece agradar a professor e alunos. O que iniciou como uma tarefa matemática, transformou-se em uma tela amigável em que várias competências foram trabalhadas.



Victor e Leandro

O próximo projeto não foi jogo, mas envolvia uma possibilidade de apresentação.

3.3 - Construindo um Projeto em Planilhas para estudos de Racionais: O ensino da matemática atual está sempre na busca da contextualização dos conceitos. Os estudantes questionam as aplicações matemáticas e o professor que não refletir sobre sua prática envolve-se num processo de convencimento sem sucesso. O estudo de racionais é delicado, pois envolve conceitos pouco visíveis no mundo real, embora suas conseqüências em estatística sejam amplas. As questões levantadas inicialmente pelo professor buscam a reflexão coletiva.

- a) O que são frações?
- b) Que relações há entre elas e os números com vírgula?
- c) E a porcentagem? É fração?

A formação do professor nesse momento exige conhecimento sólido sobre o tema para que possa desenvolver atividades com estudantes. Uma proposta de design surgiu ainda com uso de planilhas eletrônicas onde números inteiros poderiam ser os termos de uma fração e através do conceito de divisão, representados na forma decimal.

Para que esse projeto fique claro, o caráter artístico do professor será essencial. Nas palavras de Schön (2000 p.227):

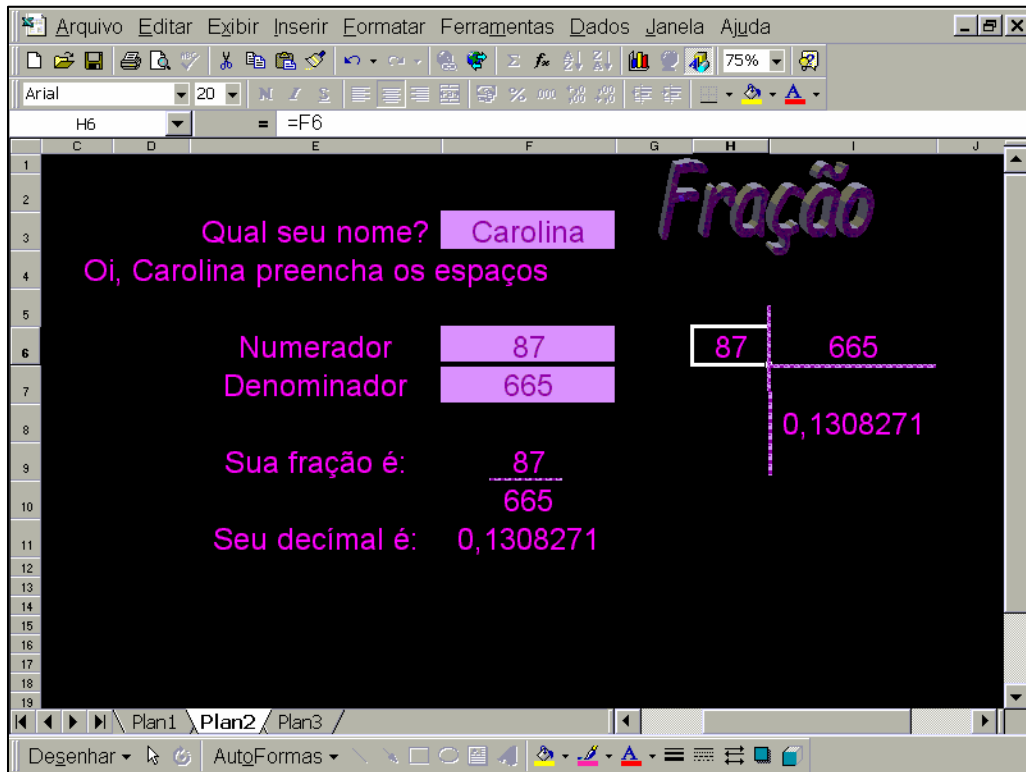
*"Em um ensino prático reflexivo, o papel e o status de um instrutor precedem os de um professor[...]. A legitimidade do instrutor não depende de suas relações acadêmicas ou de sua proficiência como palestrante, mas sim do talento artístico de sua prática de instrução".*

Voltando á proposta, há vantagem em relação ao primeiro projeto, pois os estudantes conhecem algumas ferramentas e descobrem outras por ousadia.

As planilhas permitem trabalhar frações na representação tradicional e para obter os números que representam numerador e denominador, é utilizada a criatividade. O uso de links (informações remetidas a endereços de células) torna o projeto bem diversificado. O professor utiliza o trabalho do estudante como tema da aula.

A opção por esse modelo de aula pode ser questionada pelos professores antigos, cuja metodologia era capaz de ensinar os mesmos conteúdos, apenas com livros ou quadro de giz. Mas na verdade a discussão deveria ser: a escola é um lugar "onde se ensina" ou "onde se aprende?". A pergunta parece uma charada, mas encerra uma preocupação com o trabalho do

professor. Como ter certeza de que o estudante não aprendeu "apesar" do professor, com algum outro colega ou professor, onde foi possível debater sobre o conteúdo, vislumbrar exemplos diferentes.



Explorando a tela acima o professor tem uma aula sobre divisão, fração e representação decimal. O diferencial é que foi construído pelo estudante e nesse processo houve pesquisa, revisão teórica dos conceitos de divisão, estética espacial para não poluir a tela, além da valorização do design artístico do aluno.

A proposta do design como construção, proposto por Schön, promove a prática reflexiva-na-ação do professor que precisa reformular no momento da aprendizagem caso se faça necessário, avaliando a tarefa e auto-avaliando sua instrução. Essas características são imediatas, mas a real dimensão da aprendizagem possível com essa atividade é desconhecida pois nas palavras de Paulo Freire<sup>4</sup>: *"O corpo consciente e curioso que estamos sendo se veio tornando capaz de compreender, de inteligir o mundo, de nele intervir técnica, ética, estética, científica e politicamente."*

<sup>4</sup> Política e Educação (abril, 1993)

## CONCLUSÕES

Desde o início da vida acadêmica com crianças tenho um desafio em aplicar as teorias aprendidas no Curso de Formação de Professores em Ensino Fundamental. A experiência como professor do Colégio Pedro II, há 22 anos, nesse segmento, foi pautada na busca da participação dos alunos na construção de conceitos matemáticos. Os materiais de manipulação possibilitam ao professor traçar roteiros através de fichas de observação onde acompanham o desenvolvimento das atividades.

A experiência proposta e testada durante dois anos com as planilhas eletrônicas foi surpreendente, pois além da manipulação pelos alunos da ferramenta houve um diferencial aos materiais, estruturados ou não, de madeira ou plásticos: a criação de um projeto para ser aplicado a outro aluno fora dessa classe. Esse fator exigiu um compromisso do aluno com a linguagem, apresentação, avaliação enfim com fatores pedagógicos restritos, geralmente, ao professor.

Desde o início do trabalho foi levado em conta o desempenho acadêmico dos alunos em Matemática e suas expectativas em relação ao sucesso ou fracasso. Os conteúdos da 4ª série apresentam uma formalização mais complexa para os estudantes e os medos e angústias já estão bem fortes. Colocá-los na posição de protagonistas do trabalho trouxe essas questões à baila e o resultado foi que quase a totalidade dos alunos, com dificuldades anteriores ou não na matéria cumpriram sua tarefa.

O Ensino da Matemática hoje apresenta uma gama de estudos sobre técnicas para ensinar, softwares modernos e especializações na área. As discussões de como ensinar precisa incluir o debate de porque alunos não aprendem. A complexidade da Matemática já é histórica e passa de geração em geração de alunos, pais, professores de outras disciplinas e permeia o ambiente de sala de aula.

Durante as explorações das planilhas na sala de Informática os conteúdos formais eram retomados com uma vantagem em relação ao texto puro escrito. Os alunos podiam verificar na hora resultados com números grandes, com formatações diferentes e como a mediação era

feita incentivando a busca do novo, nada era esperado por eles. O ranço da Matemática fechada em resultados já conhecidos pelo professor ou anotado no fim de um texto pré-calculado não existiu. O medo de errar escrevendo foi substituído pelo exercício da curiosidade pelo resultado, pela amplitude de opções de variáveis.

O tempo da atividade foi limitado pelo conhecimento do objetivo do trabalho: criar um material para ser aplicado a um colega de outra série, anterior à 4ª série, e emitir uma mensagem que estimulasse o conserto do erro ou incentivo pelo acerto.

Nesse momento cada aluno sentiu-se um programador, um criador de software, e, mais que isso, capaz de através da Matemática, que tanto susto o afligia, estudar conceitos já vistos, reformular hipóteses.

As aulas na sala de Informática envolveram outros professores sem a formação específica na área de Matemática. Esses professores traziam também seus medos da matéria e suas crenças, enquanto alunos, da dificuldade em aprender influenciando, hoje, a forma de ensinar. Foi interessante vê-los, ao participar das atividades, reverem suas posições negativas, descobrir alunos capazes de criar em ambiente fora de papel e lápis. Houve uma confiança mútua entre aluno e professor sobre o sucesso do trabalho.

Pela primeira vez estavam realmente projetando algo. Não mais para ser avaliado com notas ou para ser exposto numa feira de Matemática e ser guardado ao fim do ano, mas para ser aplicado, utilizado como estudo, exercício, recuperação de outros alunos por professores em turnos diferentes. Sabiam que ao saírem da Unidade Escolar deixariam seu trabalho que seria utilizado mesmo na sua ausência. Esta experiência pode ser observada esse ano pelos alunos de 2005 ao retornarem à escola numa visita e viram seus projetos numa sala de Recuperação de 2ª série.

O estudo da importância do design na construção de projetos foi gratificante, pois possibilitou uma integração entre estudantes em níveis de aprendizagem distintas da mesma turma. O uso dos recursos visuais de formatação com cores, traços, figuras, mostrou que nem sempre alunos, com desempenho acadêmico superior na sala de aula, saem-se bem em

relação à estética. A discussão nessa área contempla a todos e facilita o entrosamento entre os alunos de maior e menor facilidade na aprendizagem.

A questão da utilização do conteúdo aprendido aparece em questionamentos dos alunos diante de algo novo e considerado difícil. O uso de recursos de programação mostraram a necessidade de conhecimento matemático para a execução ou verificação de resultados. Ou seja, para criarem um projeto de adição entre números, por exemplo, precisariam saber bem as propriedades dessa operação. Conhecimento que antes nunca haviam utilizado senão para responder testes ou provas.

O sucesso da proposta pode ser verificado pela vontade de todos em concluir as tarefas e vê-las sendo aplicadas. Esse momento foi registrado e muito festejado pelos alunos. Cada aluno-programador ficou tutoriando um aluno de uma série para qual seu projeto foi idealizado. A avaliação de seu trabalho não foi realizada somente pelo professor, mas por um colega que emitiu seus comentários sobre a clareza de comunicação no que tinha a fazer, cores escolhidas, facilidade ou complexidade. O *feed-back* foi instantâneo, permitindo ao aluno na próxima aula reformular seu projeto, aperfeiçoando-o. A revisão de uma atividade de forma espontânea: um sonho para qualquer professor.

No que tange ao interesse do professor da turma, foi considerado um sucesso, houve pedido de cursos de capacitação em planilhas, na própria área de matemática com aprofundamentos onde o curso de Professores não foi suficiente. A necessidade de atualização profissional foi concreta pois, para atuar com alunos nos dias de hoje, onde seus interesses estão bem ligados às tecnologias e, estas ligadas aos conhecimentos matemáticos, não há lugar para uma acomodação aos métodos antigos onde os resultados estão prontos e de posse do professor.

Creio, com certeza, que a felicidade esteve presente nas aulas e as dificuldades foram superadas sem traumas ou decepções. Concluir o projeto foi possível para todos que se dispuseram a isso. Fazer da Matemática uma ferramenta imprescindível no mundo de hoje, mostrando sua aplicabilidade, ludicidade e resultado histórico de conhecimento científico foi um prazer.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUN, J. , *Pedagogia de las matemáticas y psicología: análisis de algunas relaciones*.  
Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Universidade de  
Genebra, 1979.
- CHACÓN, I. M<sup>a</sup> GÓMEZ, *Matemática Emocional* [tradução Dayse Vaz de Moraes],  
Porto Alegre: Artmed, 2003
- CLERMONT, Perret, *La construcción de la inteligencia en la interacción social*, Madrid:  
Aprendizaje Visor, 1984.
- COLL, César, *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Buenos Aires:  
Paidós, 1990.
- GUZMÁN, Miguel de, *Tendencias innovadoras en educación matemática*. Em PÉREZ, D. Gil e  
GUZMÁN, M. de, *Enseñanza de las Ciencias y de las Matemáticas*.  
*Tendencias e innovaciones*, Madrid: Ibercima, 1993.
- HART, L. E., *Describing the affective domain: saying what we mean*. In LEOD, D. B. Mc e  
ADAMS, V. M. (Eds), *Affects and mathematics problem solving: A new  
perspective*. Nova York: Springer – Verlag, 1989 p. 37-48.
- KAMII, Constance, *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a  
atuação junto a escolares de 4 a 6 anos* [tradução Regina A. de Assis], 7<sup>a</sup>  
ed., Campinas: Papirus, 1988.

LERNER, Delia e outros, *PIAGET-VYGOTSKY: Novas contribuições para o debate* [tradução Cláudia Schilling], São Paulo: Ática, 1995.

LIMA, Lauro de Oliveira, *Piaget para principiantes*, São Paulo: Summus, 1980.

MCLEOD, D. B. & ADAMS, V. M., *Affects and mathematics problem solving: A new perspective*.  
Nova York: Springer – Verlag, 1989.

NÓVOA, Antonio. (coord). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

PAPERT, Seymour, *LOGO:Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PIAGET, Jean., *O Nascimento da Inteligência na Criança*. 4ª ed., Rio de Janeiro:  
Guanabara,1966.

PIAGET, Jean. *Mês idées\_* (entrevista realizada por R. Evans) Paris: Denoël / Gonthier, 1977.

PIAGET, Jean e INHELDER, Bärbel., *Gênese das Estruturas Lógicas Elementares*. 3ª ed., Rio  
de Janeiro: Zahar,1983.

SCHÖN, Donald A., *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

SCHÖN, Donald A., *Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a  
aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

WEINER, B., *An attributional theory of motivation an emotion*. Noa York: Springer-Verlag, 1986.