

## **CABRI-GÉOMETRE: UMA AVENTURA EPISTEMOLÓGICA**

### **MÁRCIA OLIVEIRA CAVALCANTE CAMPOS**

#### **INTRODUÇÃO**

Os avanços tecnológicos têm propiciado mudanças significativas no seio das sociedades. Essas mudanças, cujos reflexos podem ser observados em todas as áreas: medicina, engenharia, indústrias, transportes e demais setores dos serviços oferecidos pela organização social, têm como suporte o desenvolvimento da inteligência artificial. Elas são muito profundas e modificam a relação do homem com o trabalho, com o espaço e com o tempo.

Ao lado de todos os avanços e facilidades propiciados pelas maravilhas tecnológicas, o mundo vive uma enorme crise. As previsões de futuristas otimistas como Alvin Toffler (1995), ao descrever a sociedade do terceiro milênio, chocam-se com as manchetes de jornais que falam de desemprego, férias coletivas de funcionários, marginalidade, assaltos (Fortaleza tem tido uma proporção de mais ou menos três assaltos a bancos por mês no presente ano), pobreza, fome, drogas, epidemias, países em recessão etc.

Servimo-nos de comentar um artigo publicado na folha de São Paulo, cujo título é: "Estamos Preparados para o século XXI?"<sup>1</sup> " Ao tentar responder a esta pergunta, o autor diz que a humanidade precisa resolver quatro desafios fundamentais para sobreviver ao século XXI, que são: a) fome e desigualdade; b) desenvolvimento sustentável; c) o desafio do barco ébrio; d) o da paz.

Ao analisar a pobreza e a fome, o autor trabalha sobre os seguintes dados estatísticos, que são deveras alarmantes: enquanto uma quinzena de países tiveram crescimento econômico na década de 1980 a 1997-98, centenas tiveram estagnação e queda nas receitas de

---

<sup>1</sup> Artigo escrito por Jerome Bindé, na Folha de São Paulo, 09 de agosto de 1998. Jerome Bindé é diretor de Análise e Previsão da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). Os dados estatísticos são oriundos da Unesco.

1,6 bilhão de pessoas; estima-se que um contingente de cerca de mais ou menos doze vezes a população do Brasil viva na mais absoluta pobreza e que o patrimônio líquido das dez maiores fortunas do planeta é de uma vez e meia o rendimento do conjunto dos países menos desenvolvidos.

É considerado desenvolvimento sustentável aquele que atende aos povos na atualidade sem prejudicar as gerações seguintes. É o desenvolvimento preservando os recursos naturais, segundo um paradigma ecológico. Dados da mesma fonte revelam que seriam necessários três planetas terra para que a sua população pudesse ter o mesmo padrão de consumo da América do Norte.

Os países estão sem rumo, à mercê de entes abstratos como juros, bolsas, câmbios... Estes "senhores" é que dão o direcionamento para os rumos dos países que navegam a mercê dos ventos, o que origina a analogia com o barco ébrio. Os problemas como doenças, contrabandos, lavagem de dinheiro, epidemias, não passam pela alfândega, sugerindo que a solução dos problemas está além das fronteiras entre os países, pois a terra é um sistema integrado.

Dados ainda mais estonteantes revelam que as despesas com armamentos são superiores ao quanto bastaria para dar teto, saneamento básico e água tratada para todos aqueles pobres, que equivalem a mais ou menos dois bilhões de pessoas. O quarto desafio, a paz, fundada na justiça, na concórdia, na ética, é uma das mais importantes características para a transformação da humanidade, pois todo o desenvolvimento científico e tecnológico, todas as riquezas, estão direcionadas por valores pessoais que enfatizam a partilha, o enriquecimento pessoal, o egoísmo desenfreado.

Os quatro grandes problemas apontados pela UNESCO como os grandes desafios deste século e do próximo demonstram que analisar os problemas sociais envolve fatores de ordem econômica, política, ecológica e até mesmo valores pessoais, entre outros. O sistema que está montado nos valores de egoísmo, partilha, competição, dominação, poluição, desprezo pela preservação ambiental e por perspectivas para as novas gerações, não está mais se sustentando. Capra (1996) diz que os problemas da humanidade são passíveis de solução, só

que é necessária uma mudança nos nossos pensamentos e valores. Uma verdadeira mudança de paradigma, segundo Kuhn, que define paradigma como *uma constelação de crenças, valores e técnicas, partilhados por uma comunidade científica e utilizados por essa comunidade para definir problemas e soluções legítimas*" (Kuhn, 1994:225).

Há, pois, necessidade, diz Capra, de definirmos um novo paradigma que direcione um desenvolvimento sustentável para humanidade. O novo paradigma para Capra (1996:25).

*pode ser chamado de uma visão do mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado, e não como uma coleção de partes dissociadas. Pode também ser denominado visão ecológica, se o termo "ecológico" for empregado num sentido muito mais amplo e mais profundo que o usual. A percepção ecológica profunda reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza (e, em última análise, somos dependentes desses processos).*

De acordo com este novo paradigma, educação é apontada como um dos meios de desenvolver uma nova cultura da paz, pois só através do conhecimento, da conscientização e do esclarecimento das pessoas, atrelados a valores éticos, é que os quatro grandes desafios serão vencidos.

A necessidade de um país investir em educação não é mais uma caridade que se deve fazer aos pobres para que se cumpram os direitos humanos. É, antes de tudo, uma necessidade de sobrevivência e de enriquecimento de um país, pois, com os avanços científicos e tecnológicos, a nação rica é aquela que detém o conhecimento e consegue agregá-lo como valor. Hoje nas empresas fala-se em organizações de aprendizagem, porque está havendo uma crescente conscientização dos empresários de que para manterem-se competitivos no mercado, a organização tem que estar constantemente se atualizando a fim de adequar-se às rápidas mudanças de mercado.

Sabemos que a educação é um conceito muito mais global do que a educação escolar. Contudo, a educação escolar está sendo cada vez mais valorizada pelas empresas e pela sociedade pós-moderna ou informática. A título de ilustração, citaremos um artigo publicado na revista *Veja*<sup>2</sup>, escrito pela jornalista Alice Granato. O artigo relata resultados de uma pesquisa promovida pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). O título é "Estudar vale ouro" e, em síntese, mostra que a sociedade informática afunilou as exigências para o mercado profissional, e isso se reflete na taxa de desemprego que diminui a medida que o nível de escolaridade aumenta. O mercado hoje quer um profissional com curso de nível superior, que fale uma língua estrangeira, de preferência o inglês, e que seja atualizado. Com os avanços tecnológicos possibilitando a eliminação de alguns postos de trabalho, o que se espera dos profissionais é que sejam capazes de produzir novas idéias. A nação rica será aquela que tem um povo com um melhor nível de educação. Um povo mais bem educado traz conseqüências benéficas para o país do ponto de vista econômico, de engrandecimento cultural, e na possibilidade de eleger melhor seus governantes.

Não se trata de uma visão ingênua, mas o investimento em política educacional, se não for algo muito sério e prioritário em um país, poderá trazer conseqüências desastrosas em sua autonomia e economia. Isto está se tornando a cada dia uma questão de sobrevivência para uma nação que não deseja retornar a ser colônia.

Mas, a educação escolar também está defasada e não está preparando o profissional esperado pelo mercado. Como fazer uma educação de qualidade e conectada com as demandas sociais?

Um dos grandes investimentos do governo brasileiro em educação tem sido a informatização das escolas públicas. Isso tem causado longas discussões, nos quais o prós e os contras são detidamente examinados. Algumas destas questões discorrem sobre o quanto as escolas estão preparadas para tirar bom proveito destas tecnologias; a formação do professor continua sendo um ponto central? Que mudanças as novas tecnologias impõem ao professor? Que diferencial este instrumento pode trazer para a aprendizagem? Em que condições o

---

<sup>2</sup> Veja número 1565 de 3 de setembro de 1998. Pesquisa realizada pelo IPEA, tendo como fonte de dados para análise uma pesquisa do IBGE, durante o período de julho de 97 a junho de 98, que entrevistou um milhão de pessoas em seis capitais (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Salvador e Recife).

computador pode ser utilizado de maneira mais produtiva de modo a promover a autonomia e aprendizagem ativa do aluno? Que relação o computador guarda com a televisão e outros recursos há muito tempo usados em educação.

O presente estudo nasceu da observação do crescente interesse das crianças pelo uso dos computadores e do desejo de compreender o diferencial que esta ferramenta pode trazer para a aprendizagem dos estudantes e a possibilidade deste como instrumento capaz de desenvolver o pensamento lógico. Foi tentando compreender essencialmente estas questões que organizamos um estudo experimental com crianças da escola pública. Neste estudo, realizamos uma intervenção utilizando um *software* que possibilitava trabalhar a geometria euclidiana e analisamos as respostas das crianças a alguns problemas propostos antes, durante e depois da realização do trabalho.

Em síntese, é sobre este assunto que iremos discorrer nas páginas seguintes. Esta pesquisa foi erigida sobre dois pilares: aprendizagem e informática educativa. No primeiro capítulo, após realizarmos uma reconstrução conceitual do que chamaremos de aprendizagem, contextualizaremos a informática educativa no cenário brasileiro, fundamentaremos sua concepção como ferramenta útil à aprendizagem e descreveremos seu uso em alguns espaços da cidade de Fortaleza. No segundo, descreveremos a experimentação propriamente dita, especificando sua metodologia, objetivos, respostas dos estudantes às situações-problemas e comentários resultantes das análises.

No terceiro capítulo, esboçaremos uma proposta para formação continuada de professores na área de geometria, na modalidade a distância. A concepção da proposta teve origem em nossas experiências nesta pesquisa, e de algumas observações a respeito do ensino de geometria assistido por computador, que foram realizadas em Grenoble.

## CAPÍTULO 1

### 1. OS DOIS PILARES

*Um ser humano é parte de uma totalidade chamada por nós de "universo"...uma parte limitada em tempo e espaço. Experimenta seus pensamentos e sentimentos como separados do resto - um tipo de ilusão de ótica de sua consciência. Esta ilusão é um tipo de prisão para nós, restringindo-nos a nossos próprios desejos e à afeição pelas poucas pessoas próximas a nós. Nossa tarefa deve ser libertarmo-nos desta prisão ampliando nosso círculo de compaixão para abraçar todas as criaturas vivas e a totalidade da natureza em sua beleza (Einstein, Albert em Dilts, 1994:30)*

Esta pesquisa foi estruturada sobre dois pilares: informática educativa e aprendizagem. Neste capítulo, pretendemos fundamentar nossa concepção de aprendizagem e desenvolvimento humano, tendo como suporte os autores construtivistas: Piaget, Vygotsky e Wallon. A seguir, contextualizaremos a informática educativa, seu histórico na educação pública brasileira e sua relação com a aprendizagem. Finalizaremos o capítulo com uma pesquisa de campo aonde investigamos o uso dos computadores em alguns espaços educativos na cidade de Fortaleza.

Tentar compreender como ocorre a aprendizagem das crianças e do ser humano em geral, foi sempre uma de nossas principais preocupações. Como conciliar ensino com aprendizagem de modo que o aprendizado escolar se torne generalizável à experiência do aluno no dia-a-dia? Como tornar a escola um lugar interessante, agradável e que efetivamente contribua com o aprendizado do aluno e com o crescimento do professor? O bom professor precisa sempre estar procurando aprender, seja refletindo sobre sua prática, seja buscando novos conhecimentos.

Tendo como base esta preocupação, temos nos dedicado a estudar os autores construtivistas como Piaget, Vygotsky e Wallon que explicam o processo de desenvolvimento humano. Não queremos nos deter a observar o ser humano de maneira fragmentada, pois o homem se constrói através da interrelação de fatores múltiplos, cujos componentes essenciais dessa relação não podem ser isolados, pois não acontecem separadamente.

Compreendemos o desenvolvimento numa dimensão ecológica, onde as relações entre os seres e o meio acontecem como um todo integrado. Sobre isto, o físico Fritjof Capra, ao referir-se a influência de Gregory Bateson no seu pensamento, enfatiza novo paradigma: *o das relações que afirma ser a base de todas as definições e que a forma biológica é constituída de relações, não de partes, e é assim também que as pessoas pensam. Esse é o único meio que podemos pensar* Capra (1988:64).

É na riqueza das relações que acontece toda construção individual, que por isso mesmo nunca é um processo solitário ou totalmente autêntico. Cada ser humano está contextualizado historicamente numa sociedade política, econômica, dividida em classes e que possui papéis sociais diferenciados. Esse mundo macro chega até os indivíduos, através de micromundos que se reproduzem nas nossas vivências através das relações com o outro e com o meio. Com isso, queremos dizer que ao estudar aprendizagem, temos consciência da dimensão social e política de nossos problemas e que mudanças efetivas no ensino não poderão ser construídas apenas no âmbito escolar sem uma reformulação política e ideológica.

Fazemos parte de um grande sistema no qual as subjetividades são seus componentes estruturais e as dimensões micro e macro se interpenetram. Daí a importância de compreender tais processos, pois o professor e o sistema social sempre chegarão de maneira subjetiva a cada um de nós e o homem não é somente massa modelável, possui processos internos que, embora de maneira limitada e presa ao contexto ao onde se encontra inserido, também pode dar saltos e ver um pouco além, criando certa autonomia, individuação, diferenciação e maior elevação da consciência de si, do outro e de seu contexto.

Mesmo que passemos a ter políticas educacionais mais sérias e favoráveis para as classes sociais menos favorecidas, continuaremos a ter que investir na busca de compreensão

dos processos psicológicos implicados na aprendizagem e de métodos mais eficientes de ensino para que possamos contribuir mais com o despertar desse homem mais pleno, mais reflexivo, mais autônomo, mais consciente e mais individualizado.

Tendo como referência básica a busca de um conceito menos fragmentado da aprendizagem e do desenvolvimento, nos propomos a uma reconstrução conceitual do termo aprendizagem, tentando resgatar a atividade do sujeito cognitivo, motor e afetivo neste processo e a importância dos fatores instrucionais para o desenvolvimento.

### **1.1 A aprendizagem**

A verdadeira aprendizagem, segundo Piaget (1976), é a que desenvolve as estruturas do pensamento e por isso mesmo pode ser generalizada para a experiência. Ela não ocorre com uma simples transmissão de conteúdos e sim através de uma ação (ativa mental e ou motora) do sujeito sobre o objeto de estudo. É sempre um processo de apropriação que implica acomodação das estruturas mentais e sua conseqüente reestruturação que repercute numa ampliação dos esquemas.

Para tornar mais claro este conceito, é necessário definir alguns termos que o autor introduziu na psicologia genética e que tomou emprestado da biologia. O indivíduo é para Piaget um sistema aberto e que está em constante interação com o meio. Um sistema é um conjunto de partes coordenadas que interagem e que obedecem a uma organização, ou seja, um conjunto de leis ou princípios que lhe conferem certo resultado ou certo equilíbrio. É constituído de subsistemas ou de estruturas, que para ele é *um sistema parcial, mas que enquanto sistema, apresenta leis de totalidade distintas das propriedades dos elementos*, Piaget (1964: 136). O conceito de estrutura para ele é dialético no sentido de que: *toda gênese parte de uma estrutura e chega a uma estrutura e toda estrutura tem uma gênese*.

O equilíbrio é algo de que todo organismo precisa para sobreviver. O organismo tende a estar sempre recompondo a estabilidade, a buscar o equilíbrio. O desenvolvimento aparece como uma sucessão de estados não estáveis, chamados equilibrações. No fim das séries



genéticas, os estados estáveis se limitam às estruturas lógico-matemáticas que se formam por volta dos doze anos.

O equilíbrio é um importante fator do desenvolvimento que coordena a interação entre fatores internos e externos ou entre assimilação de algum dado externo a esquemas anteriores e acomodação destes esquemas à situação atual que implica sua ampliação ou reestruturação que configurará num novo equilíbrio. O desenvolvimento pode ser caracterizado como uma verdadeira espiral, onde as novas aquisições ultrapassam em complexidade e qualidade as primeiras. O equilíbrio caracteriza-se por sua estabilidade ser móvel; poder sofrer modificações exteriores que tendem a modificá-lo; ser essencialmente ativo, quanto maior for o equilíbrio, tanto maior a atividade.

*O equilíbrio das estruturas cognitivas deve ser concebido como compensação das perturbações exteriores por meio das atividades do sujeito, que serão as respostas a essas perturbações, Piaget(1964:104). Os desafios tornam-se obstáculos que causam desequilíbrios. A aprendizagem ocorre como uma resposta ativa do organismo na tentativa de recompor o equilíbrio. Estas respostas podem ser concretas ou virtuais.*

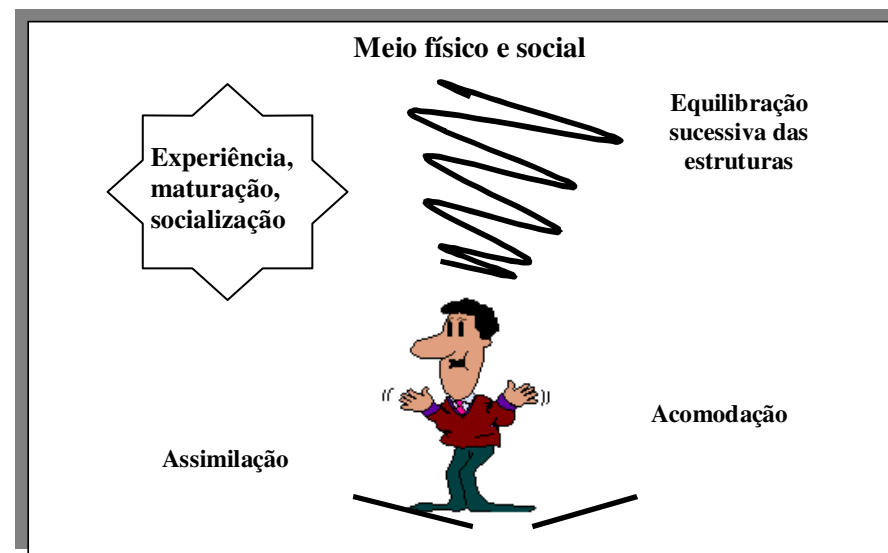


Figura 1. O modelo de aprendizagem piagetiano

A aprendizagem pode ser considerada como oriunda do esforço compensatório que está subordinado a este importante fator do desenvolvimento: o equilíbrio. É ele que coordena a interação dos outros três fatores: maturação, meio físico e social. A figura número 1 ilustra o modelo de aprendizagem piagetiano, no qual a aprendizagem foi estudada como algo muito profundo a ponto de incorporar-se às estruturas do sujeito. O sujeito possui necessidades, desequilíbrios que sempre precisa recompor e este esforço desenvolve suas estruturas mentais sempre de modo espiral.

Mesmo para pesquisadores mais atuais, como Gardner (1994), autor da teoria das inteligências múltiplas, a teoria de Piaget no que se refere ao domínio do pensamento lógico matemático é brilhante e até agora não foi superada. Sua principal falha, segundo Gardner, reside em dois pontos que serão apresentados respectivamente do de menor para o de maior magnitude: os estágios, segundo novas evidências parecem ser mais graduais e mais heterogêneos e as crianças apresentam comportamento operatório antes do que ele supunha. O segundo ponto estabelece um paradigma diferente para o desenvolvimento cognitivo, que para Piaget tinha como o núcleo central o pensamento lógico e que Gardner situa como uma das sete inteligências que ele definiu a partir de seus estudos: inteligência lingüística, musical, espacial, corporal-cinestésica, espacial, inteligência inter e intrapessoal.

Não pretendemos nos aprofundar no estudo das inteligência múltiplas, mas apenas reafirmar que o conceito de aprendizagem piagetiano, embora muito esclarecedor, restringe-se a focar o aspecto lógico-matemático do pensamento. Conforme mencionamos, buscaremos aqui construir uma visão mais integrada do ser humano. Assim, tal conceituação será enriquecida pela teoria de Wallon que, segundo Galvão (1995), propõe uma psicogênese da pessoa inteira. Ele recusa-se a selecionar um único aspecto do ser humano e isolá-lo do conjunto. Para Wallon, o homem é geneticamente social e no seu estudo propõe a integração dos vários campos funcionais nos quais se distribui a atividade infantil: afetividade, motricidade e inteligência. A interação desses fatores com o meio físico e social contribui de maneira inseparável com a construção humana. Não existe aprendizagem isolada destes processos e a afetividade possui um lugar marcante e central nesta teoria .

Sobre a teoria da emoção descrita por Wallon, Dantas (1992) diz que exerce um papel essencial para a sobrevivência da espécie humana, pois supre a ausência da função cognitiva nos primeiros meses. É através das emoções com seu poder epidêmico e contagioso, que o bebê mobiliza a mãe e consegue que suas necessidades primárias sejam atendidas. As emoções, ao mesmo tempo que possuem origem orgânica e estão intimamente relacionadas a função tônica, também são geneticamente sociais, pois permitem que se desenvolva o primeiro e mais forte vínculo entre os indivíduos, possibilitando assim seu ingresso na cultura. É por isso que é considerada de natureza paradoxal. Durante a vida toda, o homem desenvolve-se num movimento pendular entre afetividade e cognição, funções de certa forma opostas, mas que se influenciam mutuamente. A aquisição da linguagem e desenvolvimento cognitivo aumenta o domínio das descargas emocionais, mas não impede seu aparecimento em certos momentos. A aprendizagem nunca é puramente cognitiva, pois ela tem motivos passionais oriundos na vivência pessoal.

O alargamento do conceito de aprendizagem como algo integrado à pessoa inteira terá repercussão direta na coleta e análise dos dados desta pesquisa. Isso se evidenciará no cuidado de comunicação com as crianças, na compreensão de sua história pessoal e na tentativa de estabelecer vínculos com elas, para tentar produzir um ambiente de aprendizagem ativo e prazeroso.

A influência do pensamento de Wallon neste trabalho, também, será observada na metodologia, pois, para ele, quanto maior o número de planos de comparação utilizados, mais completa a explicação dos fenômenos estudados. Por isso, ele utilizava a patologia como uma espécie de lente de aumento que permitia enxergar de forma acentuada fenômenos também presentes no indivíduo normal; o distúrbio deixa mais lento ou fixa aspectos do desenvolvimento normal que ocorrem de maneira mais rápida no indivíduo sadio que também pelo fato de contar com uma maior quantidade de funções em atividade, torna tais aspectos as vezes imperceptíveis. Com a tentativa de obter uma visão mais abrangente do assunto que nos propomos estudar, é que teremos o cuidado de escolher um grupo heterogêneo, cuja finalidade é estabelecer planos de comparação.

Segundo Zazzo (1989), discípulo de Wallon, Piaget não se considerava um psicólogo, mas um epistemólogo, um profissional extremamente interessado na gênese do conhecimento e a sua grande questão era verificar como um organismo vivo adaptava-se ao seu meio. Como um homem esclarecido e muito culto que era, Piaget não desconhecia a psicanálise e os escritos de Wallon sobre a afetividade. Ele achava que no futuro uma integração destes aspectos interdependentes do desenvolvimento ainda iriam ser esclarecidos em cima de bases mais científicas. Zazzo (1989:205), ao referir-se a complementaridade entre os dois autores, diz:

*creio que entre o primado da lógica, caro a Piaget, e o da emoção para Wallon, há uma fecunda complementaridade. Piaget era um formalizador de gênio. Wallon, um admirável clínico, que tinha horror às formalizações. Piaget que apesar disso não era a favor de apagar os conflitos científicos, tentou no fim da sua vida uma emocionante reconciliação com Wallon [cf. Psychologie et marxisme].*

Queremos deixar claro com esta citação que, apesar destes dois pesquisadores terem se aprofundado em aspectos diferentes do desenvolvimento humano, na verdade, estas teorias, salvo alguns pontos irreconciliáveis, podem complementar-se para dar uma visão mais integrada do ser humano. Por exemplo, enquanto para Wallon o homem é geneticamente social, para Piaget ele constrói-se um ser social. Enquanto a afetividade é o centro do desenvolvimento para o primeiro, o desenvolvimento da lógica é o ponto central para o segundo. A principal divergência é observada quando se busca a primazia destas funções sobre as outras. Isso, no entanto, não torna inválida a contribuição de cada um dentro do universo pesquisado e nem impossibilita a interrelação dos aspectos enfatizados pelos dois autores no processo de aprendizagem e desenvolvimento.

Buscamos a contribuição de Vygotsky no âmbito desta pesquisa, porque, como pesquisador preocupado com a instrução, complementa a visão de Piaget, que estudava a gênese do conhecimento, e a de Wallon, que estudava desenvolvimento integrado do ser humano em suas várias dimensões, do qual a afetividade seria o elemento central. A grande

pergunta de Vygotsky era descobrir como a instrução poderia contribuir com o desenvolvimento cognitivo das pessoas, qual a relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento.

Acreditamos que alguns pontos essenciais a respeito da aprendizagem que Vygotsky definiu como diferente do desenvolvimento, complementa a visão piagetiana. Na verdade, Piaget não tinha como alvo de sua investigação observar como este tipo de aprendizagem poderia influir no desenvolvimento, embora tenha reconhecido que a escolarização contribui para o desenvolvimento das estruturas mentais em suas pesquisas comparativas (Piaget, 1978) e em um outro livro onde aponta os rumos para a educação, (Piaget, 1976). Vygotsky escreveu que essa interação entre desenvolvimento e aprendizagem escolar se dá através dos conceitos.

#### 1.1.1.Os conceitos

Para entender o que é o conceito na concepção de Vygotsky, é necessário entender toda uma rede de significados que estão a ele relacionados, tais como palavra e consciência, entre outros. Por isso, tentaremos explicitar suas concepções sobre consciência e palavra antes de explicar o que ele define como conceito.

Cabe aqui também lembrar o paradigma básico de sua teoria e do seu modelo de aprendizagem que ressalta a importância do símbolo como mediador entre o homem e o mundo concreto; isso é o que diferencia os homens dos animais. Existem alguns sistemas de representação simbólica, como os desenhos, a matemática...mas é através da linguagem, que é um construto social composto de signos que são convencionados em determinado contexto cultural, que o homem tem acesso ao acervo construído pela humanidade. A própria organização da palavra traz interligada a si uma estrutura lógico-verbal e um complexo sistema de enlaces que a ela se vinculam através da teia dos significados. O homem não aprende sozinho num mundo físico, mas através da interação com o outro reconstrói internamente o complexo sistema simbólico legado pela cultura. Isso direciona e canaliza o seu desenvolvimento cognitivo e o insere no processo de compartilhar e dar continuidade à construção histórica das sociedades.

A palavra, elemento essencial da comunicação e da linguagem falada, cumpre esse importante papel de transmissão social. Luria (1986:28) diz que *a palavra como signo que designa um objeto, surge do trabalho, da ação com os objetos, e que é na história do trabalho e da comunicação, como repetidamente assinalou Engels, onde se deve buscar as raízes da primeira palavra.* Para suprir as necessidades básicas de sobrevivência e manutenção da espécie, o homem se organizou em grupos.

Vygotsky, Luria e seus colaboradores pensavam que essa quase obrigação de estarem juntos para compartilhar esforços foi aos poucos convencendo um sistema simbólico que tinha como finalidade estabelecer entre eles a comunicação, para facilitar à sobrevivência. Com o passar do tempo, essa estrutura vem se tornando complexa e, ontogeneticamente, tem a sua história que passa de uma fase de sincretismo absoluto para um complexo sistema genérico de conceitos.

Segundo Luria (1986), a palavra possui fases em seu desenvolvimento, nos quais os sons guturais instintivos, usados apenas para satisfação das necessidades corpóreas imediatas e desvinculados do seu significado, vão gradualmente se vinculando a ele, primeiramente fundindo-se com o objeto de maneira concreta até progressivamente desvincular-se dele através de um processo de generalização conceitual. Isto não quer dizer que a palavra evolui destes sons iniciais, que como os reflexos, são inibidos; a palavra nasce ligada aos gestos, vivências e objetos que mediados pelo adulto em sua relação com a criança, chegam ao universo infantil.

Cada palavra se refere a alguma coisa, e por isso mesmo possui um referente que é designado por ela, sejam objetos, ações, qualidades ou relações. Para Luria (1986:27), *a palavra codifica nossa experiência.* Porque a palavra individualiza, analisa, relaciona e generaliza. A palavra, segundo Vygotsky, possui dois componentes essenciais: o componente sonoro ou fonético e o significado ou semântica. Inicialmente separados, aos poucos, com a evolução das estruturas cognitivas, essas duas partes se unem e o significado torna-se o grande elo entre a palavra falada e o pensamento. Por exemplo: pela experiência, sabemos o que é uma cadeira, toda cadeira tem características que lhe são peculiares: um suporte para as costas, um apoio para sentar, algum tipo de pernas... uma cadeira é uma cadeira porque não é uma

mesa, uma cama ou um banco; ela possui uma função e uma especificidade. Contudo, uma cadeira é um móvel e essa categoria móvel compreende todos os outros objetos mencionados acima e os abstrai do sentido concreto, enquadrando-os num sistema que possui uma idéia principal que engloba de modo genérico os demais objetos.

Um conceito matemático possui essas mesmas características ora descritas. Por exemplo, Iezzi (1991), ao definir ângulo reto diz que *cada um dos quatro ângulos que duas retas perpendiculares formam é um ângulo reto*. Temos aí três categorias genéricas que são ângulo, reta e perpendicular. Para a definição de ângulo reto, necessitamos relacionar estas três classes que possuem um sentido mais amplo. Juntas, elas especificarão o conceito de ângulo reto.

Os dois componentes da palavra, o fonético e o semântico, são respectivamente o aspecto exterior e interior da fala, que são interdependentes, pois o pensamento, inicialmente sincrético e amorfo, usa de uma ou duas palavras para expressar-se, mas, à medida que este vai se diferenciando, se torna mais específico e necessita de mais palavras para emití-lo. Para Vygotsky (1993), a fala começa a desenvolver-se da parte para o todo (palavras para as frases, discursos) e o pensamento do todo (devido ao sincretismo inicial) para a especificidade, para as partes. Aliás, o desenvolvimento como um todo, como também o pensamento, caminha para a especificidade, para a diferenciação. O pensamento não encontra na palavra somente sua expressão, mas também sua forma. E ele que inicia com a ação, conforme disse Piaget, une-se com a palavra através do elo semântico. Mas, o significado de uma palavra em sua essência é uma generalização, um conceito e como as generalizações e conceitos são *inegavelmente atos do pensamento, podemos considerar significado como um fenômeno do pensamento* (Vygotsky, 1993:104). Assim, o autor considera que o significado pertence a duas esferas diferentes, fala e pensamento, que estão por ele interligadas.

Para tentar ilustrar, quando falamos, expressamos nosso pensamento sobre determinado assunto (significado do pensamento), as palavras que dizemos têm significados dentro de um contexto social. *A priori*, é isto que permite a comunicação entre nós (significação da fala). As vezes, as pessoas, de uma maneira geral, têm uma sensação difusa interna, um mal-estar que não sabem explicar. A medida que transformam essa sensação em

pensamento explícito verbal, conseguem conscientizar-se dos seus sentimentos. O pensamento, pois, para generalizar e abstrair, possui uma forma e essa forma é verbal.

Há mais duas observações que Luria (1986) faz sobre a palavra. É interessante acrescentar: 1) existe polissemia (significados múltiplos) em um grande número de palavras, a ponto disto se tornar uma regra em gramática muito mais do que uma exceção. Estudando essas palavras, Vygotsky e sua equipe de pesquisadores identificaram o poder de análise das palavras, que fixam um traço principal do objeto ao qual nomearam primeiro e o transferem aos demais. 2) Cada palavra possui um campo semântico que, por diversas razões estão unidos: porque possui informações sociais sobre o assunto sendo impregnada pelas vivências; são conceitos que se assemelham ou são pré-requisitos para outros. Em síntese, por detrás de cada palavra, há um sistema complexo de enlaces (entrelaçamentos), pelos quais não se pode desvincular uma palavra da outras.

#### 1.1.2. A consciência e sua relação com a palavra e os conceitos

O termo consciência é empregado por Vygotsky para designar a percepção da atividade da mente: *a consciência de estar consciente* (Vygotsky, 1993:78). É saber explicar não só o objeto externo ou o termo final de uma ação, mas o seu processo. O autor diz que, quando o como da ação se torna objeto da consciência a pessoa, ter-se-á tornado plenamente consciente. A consciência está diretamente ligada ao surgimento dos conceitos, porque estes pressupõem uma descrição explícita, clara e não somente intuitiva daquilo a que eles se referem (referentes). E essa explicitação ocorre através das palavras ou do pensamento, que como foi mencionado, possui uma forma verbal.

Em sua teoria, Vygotsky preocupou-se em explicar como o desenvolvimento e aprendizagem se relacionam e como a aprendizagem escolar pode contribuir para elevar o desenvolvimento cognitivo das pessoas. É por isso que suas pesquisas foram realizadas com escolares e pré-escolares. O autor defende que aprendizagem conceitual de palavras como, por exemplo, casa e metamorfose, envolvem processos psicológicos diferentes. O conceito de casa é obtido através da vivência (conceito espontâneo) e o de metamorfose é obtido através da instrução (conceito científico), desde seu início, em sua forma genérica e abstrata. Ambos



os tipos de conceitos: espontâneo e científico descrevem respectivamente uma curva ascendente (do particular para o geral) e descendente (do geral para o particular). O primeiro como um processo mais intuitivo, e o segundo, como uma aprendizagem através do domínio consciente.

O desenvolvimento mental implica interação incessante entre os dois tipos de conceitos; é por isso que ele diz que o aprendizado é anterior ao desenvolvimento, pois os conceitos científicos mediados pela palavra, e direcionados por ela, quando elaborados conscientemente são incorporados ao sistema conceitual do indivíduo, elevando o seu nível de cognição. A aprendizagem é anterior ao desenvolvimento, onde a linguagem é um importante mediador desta interação. Mas, isso não quer dizer que os conceitos são assimilados passivamente pelo organismo nem que entram por osmose. Muito pelo contrário, eles têm todo um processo de construção interna. No entanto, ponto central da teoria de Vygotsky é mostrar que os conceitos científicos contribuem para o desenvolvimento mental e é necessário que se conheçam os processos de interação psicológica entre estes dois tipos de conceitos para que o processo de instrução possa se tornar mais efetivo. O autor propôs que

*o aprendizado desperta vários processos internos do desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (Vygotsky, 1984:101).*

O aprendizado cria uma zona de desenvolvimento proximal, que ao interagir com o desenvolvimento real, faz avançar o desenvolvimento do aprendiz. Definiremos melhor este termo, na seção que faz uma analogia entre o pensamento de Vygotsky e Papert, na página 56.

### 1.1.3. A relação entre conceito e aprendizagem

Existe o saber e o saber que sabe. A elaboração de um conceito refere-se a descrição consciente do saber. Mas, já existe o significado no sentido latente que se expressa enquanto

esquema de ação. A elaboração consciente deste saber liberta-o do concreto e enriquece-o de possibilidades de retroalimentação qualitativa da ação automatizada. A aprendizagem, seja através da própria atividade do aluno ou a transmitida através do processo instrucional, lida com dois tipos de conceitos diferentes: o espontâneo e o científico. O importante é que a construção do significado que pode vir a ser um conceito na correta acepção do termo, está no centro do processo de aprendizagem.

Transcreveremos algumas características essenciais sobre o conceito, citadas por Pozo (1998), em uma revisão bibliográfica sobre estes estudos.

a) Para a compreensão do conceito, são de fundamental importância as descobertas de Piaget a respeito dos invariantes perceptivos e da conservação. O mundo não muda a cada instante e uma cadeira é uma cadeira, cujo conceito não muda pelo fato de possuir design diferente. Os invariantes são estruturas do pensamento que funcionam como um importante organizador mental e têm também função preditiva. Se nos convidam para subir uma montanha, sabemos o que esperar, a experiência de subir desde o esforço à beleza do lugar.

b) A explicação de Frege citada por Pozo(1998), de que conceito possui um referente, algo a que se refere e também um sentido que está relacionado com outros conceitos que estão inseridos em um contexto. Exemplo do próprio autor, Pozo (1998:64): *yuppie não é apenas um jovem urbano, profissional, com hábitos determinados de consumo, mas também é um fenômeno cultural que adquire significado em um contexto social e histórico concreto.*

c) Os conceitos adquirem a própria identidade, quando comparado a outros e esse sentido relacional é sempre muito importante para uma definição. Ele diz: *não se compreende o conceito de proletariado a menos que se compreenda o de burguesia* ( Pozo, 1998:65).

d) Os conceitos, principalmente os científicos, teriam a lógica das classes, que enfocariam a relação de pertença.

Para Piaget, a construção do conceito evolui de acordo com o desenvolvimento do pensamento lógico e nasce associado à noção de causalidade, função semiótica e conservação do objeto. Contudo, um conceito só pode ser considerado como tal quando se torna consciente. Piaget estudou os conceitos espontâneos, construídos através da ação e vivência da criança. Vygotsky, como já expusemos, situa o conceito no centro do processo instrucional, que é

intermediado pela linguagem. Aprendizagem e desenvolvimento são relacionados através do conceito e a aprendizagem estimula as condições necessárias para o desenvolvimento.

Falcão (1996), em artigo publicado no livro "Tópicos em psicologia cognitiva", cita o pensamento de Vergnaud sobre o conceito. Este autor fez uma síntese do pensamento dos dois autores Piaget e Vygotsky. Vergnaud compreende que a formação do conceito leva em consideração os esquemas, que são as estruturas invariantes do pensamento de determinado sujeito, as condições sociais e contextuais que dão funcionalidade ao objeto a ser conceituado e o conjunto de significantes que permitem a sua representação. Ele diz que o conceito só pode ser compreendido numa rede de relações com outros conceitos; daí sua noção de campo conceitual, que nas palavras de Vygotsky pode ser considerado como os "enlaces".

Nesta revisão bibliográfica, pesquisamos sobre o significado da aprendizagem de uma maneira geral e como a aprendizagem escolar pode contribuir com o desenvolvimento do indivíduo. Ao demonstrar esta relação entre aprendizagem e desenvolvimento, buscamos subsídios na teoria de Vygotsky e Piaget. No centro deste processo, estão a interação entre os conceitos científicos e espontâneos e todos os outros aspectos a eles relacionados, tais como as estruturas do pensamento, os processos de assimilação, acomodação, consciência, os invariantes e a linguagem, entre outros. Todos estes processos estão intrinsecamente relacionados na pessoa inteira com as emoções, sentimentos e comportamento motor.

A seguir, desenvolveremos nossa reflexão sobre o outro pilar desta pesquisa: a informática educativa. Descreveremos seu histórico e seu papel na sociedade brasileira neste momento atual, sua fundamentação como ferramenta útil ao processo de aprendizagem, desenvolvimento do raciocínio e como está sendo usada em alguns espaços na cidade de Fortaleza.

## **1.2. Informática educativa, conceito e história no sistema educacional brasileiro**

Educar é algo muito mais amplo do que a simples educação sistematizada que existe na escola. Nossa principal formação, que é a organização de nossa personalidade, nossas preferências musicais, nossas preferências estéticas e nossas relações dependem muito

mais da nossa constituição familiar e da cultura da sociedade no qual nos inserimos, do que da formação escolar propriamente dita. A formação escolar, pois, está inserida em um contexto muito maior de educação, que nos é dado pela sociedade. A título de ilustração transcreveremos na figura 2 um esquema desenvolvido por Octávio Fullant (1994:21), que situa graficamente a educação escolar, demonstrando a amplitude do termo educar, que não possui único significado, mas diversos.

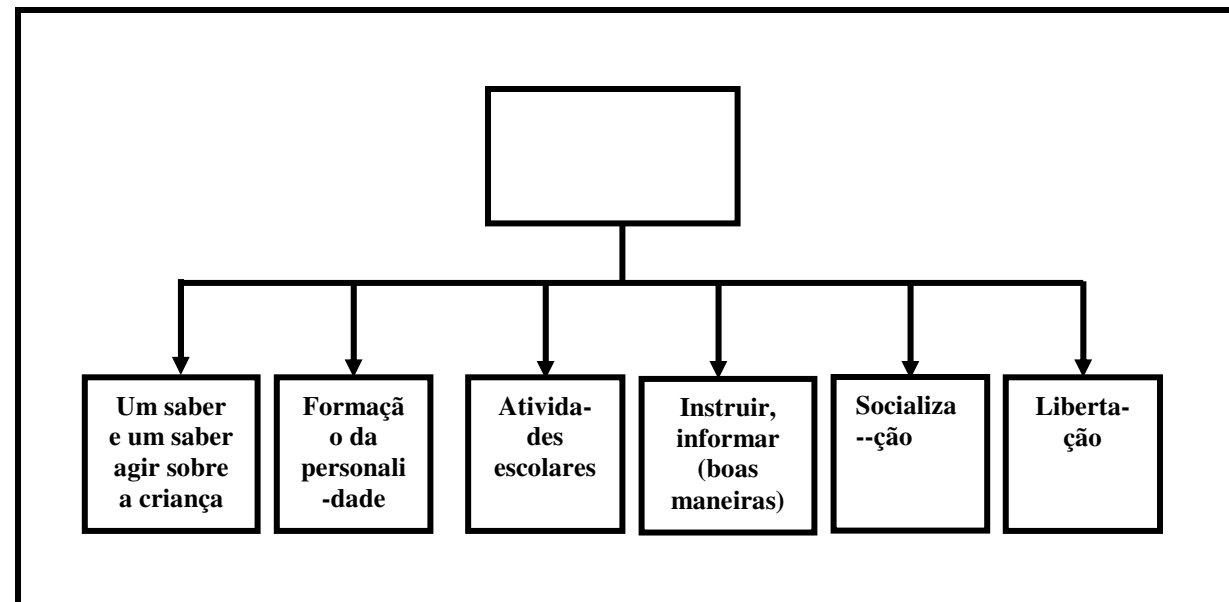


Figura 2 . Quadro de Octávio Fullant.

Esta breve exposição sobre o significado da palavra educar objetiva clarear-nos sobre os limites da educação escolar e explicitá-la como um componente de um conjunto de outros fatores que contribuem para a formação do indivíduo. É neste contexto que desejamos compreender o papel da informática, que está a cada dia mais incorporada às superestruturas sociais, nos quais estão inseridas as diversas atividades sociais e entre elas a educação em seus mais diversos sentidos.

A informática é um tipo de educação que está acontecendo, principalmente de uma maneira mais ampla na sociedade como um todo e secundariamente pela escola, que não quer e não pode ficar de fora deste avanço tecnológico que vem possibilitando uma reestruturação social. Segundo Ubirantam d'Ambrósio (1988), o momento que vivemos chega a ser caracterizada como uma verdadeira revolução da informação, assim como no século XVIII vivemos a Revolução Industrial. Esta revolução ainda está acontecendo e ela se caracteriza, entre outras coisas, por uma mudança na estrutura dos serviços da sociedade, possibilitada

pelos avanços da reengenharia que tem como objetivo reduzir custos nos mais diversos setores da sociedade através do corte de empregados. Alguns países tidos como desenvolvidos já passaram por este processo que está ocorrendo no Brasil.

Segundo Tapscott (1997), embora a reengenharia seja um mal necessário para que uma empresa sobreviva no mercado de consumidores cada vez mais exigentes, que, em meio a uma competição acirrada, querem mais por muito menos, ela já não é uma estratégia de futuro. O motivo é que a mesma não obteve os resultados numéricos necessários para se bastar, porque a economia e as regras comerciais estão mudando. A nova economia que tem por base as tecnologias digitais da inteligência, as redes de informação onde o espaço passa a ser virtual e o tempo a velocidade da luz é uma economia que precisa mais do que reduzir empregados. É uma economia do conhecimento, onde a capacidade de gerar conhecimento e agregá-lo como valor, com ênfase em capacidades como inventividade e criatividade, é que darão o diferencial. O mais importante no momento, segundo economistas famosos, é investir em conhecimento; quem possui conhecimento possui a maior riqueza existente do planeta que deixou de ser terra, capital e trabalho. A nação considerada rica ou com mais perspectivas é a que investe maciçamente em conhecimento.

Tapscott (1997) comentou que estamos começando a época da inteligência em rede que está gerando uma nova economia, política e uma sociedade que tem como suporte a tecnologia da informação. Existe um futuro promissor, mas, também cheio de ameaças: uma severa estratificação social, uma invasão de privacidade maior, desemprego estrutural, e maciços conflitos e perturbações sociais. Também criticando a sociedade informática, Schaff(1990) disse que ela poderá aumentar de maneira incomensurável os poderes do Estado, que poderá utilizar a quantidade de informações a que tem acesso para fins espúrios. E o que decidirá a boa utilização destes recursos *depende sobretudo na forma como venham a ser resolvidos os problemas da formação política desta sociedade: no espírito da democracia ou do totalitarismo* (Schaff, 1990:113).

De qualquer forma, a tecnologia é algo que faz parte do nosso dia-a-dia e seus avanços têm contribuído para mudar as relações do homem com o universo. As tecnologias digitais marcam uma revolução de complexidade crescente, que vai do machado para as engrenagens e

destas para as linguagens lógicas e digitais dos computadores e da informática como um todo, que utiliza os princípios da inteligência artificial.

Pierre Levy (1993) disse que a técnica é central na organização das sociedades e ela está tão presente em nossas vidas que nem as questionamos. O relógio, por exemplo, diz ele, será que pensamos o quanto estruturamos nossa vidas a partir desta tecnologia?

Levy (1993) construiu toda uma análise política e filosófica para mostrar a história das tecnologias intelectuais que tiveram sua fase oral, escrita e agora informática. Estes são modos fundamentais de gerir o comportamento humano que influenciam a inteligência e o desenvolvimento do pensamento. A influência no pensamento ocorre porque estas tecnologias, com sua linguagem peculiar, contribuem para construir um ambiente cognitivo com o qual os indivíduos de determinado contexto social, necessariamente entram em interação. O autor desenvolveu um conceito de ecologia cognitiva que, de maneira simplificada, significa a interação do ser humano com este ambiente cognitivo ao qual ele influencia e possui seu pensamento influenciado e transformado por ele.

Os avanços da cibernética estão provocando uma série de transformações na sociedade que a levam, juntamente com outros fatores de ordem econômica e política, a um desequilíbrio que, para ser suplantado, necessita de toda uma reorganização educacional, pois as possibilidades de emprego estão mudando. As mudanças tecnológicas são cada vez mais rápidas e, queiramos ou não, se ficarmos à margem do acesso a estas mudanças, restringiremos nossa capacidade competitiva no mercado, que se torna a cada dia mais acirrada. A este respeito, o economista José Pastore, professor de economia e administração da Universidade de São Paulo em entrevista a *Veja*<sup>3</sup>, fez uma analogia entre o Brasil, Estados Unidos e Europa, mostrando que do mesmo jeito que os países da Europa sofreram a reestruturação pela sociedade informática, os Estados Unidos também passaram. Para explicar por que existe um percentual maior de desemprego na Europa do que nos EUA, Pastore referiu-se a causas como a educação e a possibilidade de livre negociação entre patrões e empregados que na Europa é mais amarrada do que nos Estados Unidos.

---

<sup>3</sup> Veja número 1551 de 17 de junho de 1998. Pastore também é consultor de empresas e estuda robótica e computação para entender os efeitos da tecnologia no emprego.

E no Brasil, como será essa revolução sem investimentos necessários em educação e sem a possibilidade de livre negociação? Quanto a livre negociação, será que um país como o Brasil, com tantas dificuldades sociais, alta oferta de mão de obra, baixos salários e ainda grande exploração dos assalariados, está em condições de oferecer tamanha liberdade para este tipo relação entre patrão e empregado? De qualquer forma, ficou para nós a reflexão de que a informatização da sociedade e o desemprego em massa não constituem algo de conseqüências tão lineares.

A informática, como vimos, é um fenômeno de ampla abrangência. A informática educativa nasce da interseção da informática com a educação que acontece nas escolas cujos componentes essenciais são: o computador, o *software* educativo, o professor e o aluno. Alguns autores preconizam que ela trará mudanças muito significativas para a escola. Papert (1985), um matemático que fez formação no Centro de Epistemologia Genética de Jean Piaget e desenvolveu a linguagem Logo<sup>4</sup> para ser trabalhada com crianças, acredita que o computador mudará o paradigma educacional. A referência de Papert ao fazer semelhante análise é o software que criou, o Logo, o qual ele acha que possibilitará um desenvolvimento intelectual muito mais rápido, pois criará um ambiente cultural rico e estimulador das estruturas matemáticas do pensamento.

Bill Gates (1995) afirmou que, enfim, com o uso adequado do computador que se dará através de sua boa administração por professores criativos, envolvidos (os quais nunca serão substituídos por nenhum computador) poderá trazer para as crianças: a) a oportunidade de um ensino mais individualizado, mais dirigido para necessidades individuais do aluno; b) estimulará as crianças a extrair o máximo de seus talentos naturais; c) os professores interessados, afetivos e criativos, terão grande prosperidade no ensino, pois a tecnologia facilitará o seu trabalho, libertando-os de algumas tarefas e liberando-os para outras mais essenciais; c) democratização do saber que se tornará mais acessível mesmo para aqueles que não vão a escola; d) criação de redes de conhecimento, nos quais o professor pode compartilhar com outros seu trabalho e ter acesso juntamente com os alunos a informações diversas.

Tapscott (1997), em sua obra "Economia Digital - promessa e perigo na era da inteligência em rede", citou um exemplo de uma escola americana bem sucedida com a experiência em informática, onde seu diretor disse que esta é uma das maneiras da escola deixar de ser um ilha; e que computadores conectados à rede podem ser muito úteis de várias maneiras ao ensino, quando associados ao currículo. Por exemplo: um grupo de alunos pode ser encarregado de produzir um CD sobre espécies em extinção e daí terá que pesquisar, registrar analisar e depois comunicar as informações. Isso, além de ser altamente motivador, é extremamente bom para desenvolver o raciocínio. Borges Neto (1998) nos alerta para o fato de que pesquisas desse tipo mexem com temas interdisciplinares e isso torna-se mais um motivo para levar o professor a ultrapassar os limites de sua área de conhecimento específico.

Levy (1998) afirmou que existe uma utilização multiforme da informática para o ensino: em casa, na escola e na formação profissional continuada, e isto contribuirá para uma redefinição do papel do professor e de novas fontes de acesso ao conhecimento. Em sua concepção o computador na escola é útil para desenvolver um modo de pensamento descritivo e seqüencial (o aluno precisa descrever os passos de uma ação qualquer para "ensinar" ao computador) estritamente ligado à linguagem da informática, usando ferramentas como o Logo, por exemplo; ele acha, também, que todas as possibilidades de uso dos *softwares* educativos em sala torna-se algo interessante e mesmo um ensino programado pode ser útil para aprender algo como um código de trânsito.

O uso do computador na escola é bastante diversificado e de certa forma reproduz o que acontece nas salas de aula, pois, como qualquer disciplina escolar, possui uma didática própria que depende da concepção epistemológica do professor, isto é, depende de como ele concebe a relação de aprendizagem. O primeiro uso do computador em educação que se tem notícia, segundo Valente (1993), foi nos EUA e era apenas uma reprodução informatizada do que acontecia na sala de aula da escola tradicional. Estes equipamentos eram conhecidos como máquinas de ensinar que, posteriormente, foram elaboradas por B.F. Skinner, em 1950. Elas funcionavam de acordo com o conceito de instrução programada. As máquinas de ensinar deram início a um movimento muito grande nos EUA, que predominou durante toda a década

---

<sup>4</sup> Existem muitas versões do Logo, no entanto citaremos com referência a versão Slogo, distribuída pelo NIED



de 60, o qual originou um tipo de metodologia de ensino denominada CAI (computer-aided instruction). Na versão brasileira, CAI significa PEC (programas educacionais por computador). O autor prossegue, dizendo que atualmente o uso mais difundido para o computador, em educação, é como ferramenta onde os alunos podem exercitar sua capacidade de procurar e selecionar a informação, resolver problemas e aprender independentemente.

Segundo Andrade (1993), em uma publicação do MEC denominada Projeto EDUCOM, a informatização da sociedade brasileira surgiu a partir da década de 70. O movimento a favor da informatização foi iniciado de modo pessoal e com o apoio institucional das Universidades Federais do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul e da USP, através de simpósios e congressos. Há neste histórico um fato que é bastante marcante na influência que exerceu para a formação da “cultura da informática educativa brasileira”: a visita, em 1976, de Seymour Papert e Marvin Minsky à UNICAMP para visitar e acelerar o projeto Logo e o intercâmbio com o laboratório Logo de Massachusetts Institute of Technology (MIT). Em 1980, a linguagem Logo também passou a ser desenvolvida na UFRGS. Ainda hoje este aplicativo é amplamente utilizado em grande parte das escolas brasileiras e ainda hoje a UNICAMP desenvolve o projeto Mlogos, versão brasileira do Logos.

Fica bastante claro, segundo a exposição deste autor na referida obra, que a preocupação dos pioneiros deste trabalho, sempre foi um tanto crítica quanto ao melhor aproveitamento que se podia fazer do computador nas escolas e o cuidado de preservar o mais possível a autonomia nacional.

O modelo de informatização da sociedade brasileira inspirou-se muito no francês, mas teve como preocupação básica uma política protecionista, cujo objetivo era de resguardar a soberania nacional. A prova disso é que a informatização passou a ser uma questão de segurança nacional, estando diretamente vinculada a essa secretaria que criou estruturas institucionais como a DIGIBRÁS (Empresa Digital Brasileira), CAPRE (Comissão Coordenadora das Atividades de Processamento Eletrônico) e a SEI (Secretaria Especial de Informática), para fomentar, regulamentar, supervisionar e operar a transição tecnológica brasileira no setor.

A SEI, para concretizar suas atividades, criou comissões especiais que intercambiariam com estes setores. Dentre elas, criou em 1982, a Comissão Especial de Educação, cujos objetivos eram o de tratar da formação de recursos humanos para a informatização brasileira e, numa outra comissão, tratar da informática na educação.

Na figura 3, apresentaremos um quadro para visualizar estas relações entre as instituições responsáveis pela informatização da sociedade brasileira e a Secretaria de Segurança Nacional.

Com tal responsabilidade, a Comissão de Educação destacou-se das outras, pois formaria o suporte para a consolidação do projeto. É uma tarefa árdua, pois associadas às possibilidades abertas pela informática, estavam gravíssimos problemas que subsistem até hoje: analfabetismo, baixa qualidade do ensino, repetência, evasão... Ficou claro, então, que a informatização da educação era uma variante significativa da informatização da sociedade brasileira. O MEC colocou-se à frente do processo, que, embora nascido fora do âmbito de sua competência, necessitava de uma continuidade. Essa decisão foi amplamente respaldada pelo Plano Setorial de Educação, Cultura e Desporto - III PSEC (1980 -1985) que achava que o uso de computadores em educação poderia melhorar o atendimento a clientela específica e necessário privilegiamento ao segmento mais carente da população; e o Plano Nacional de Desenvolvimento - II PND, que atualizaria o conhecimento científico e técnico ministrado nos diferentes níveis.

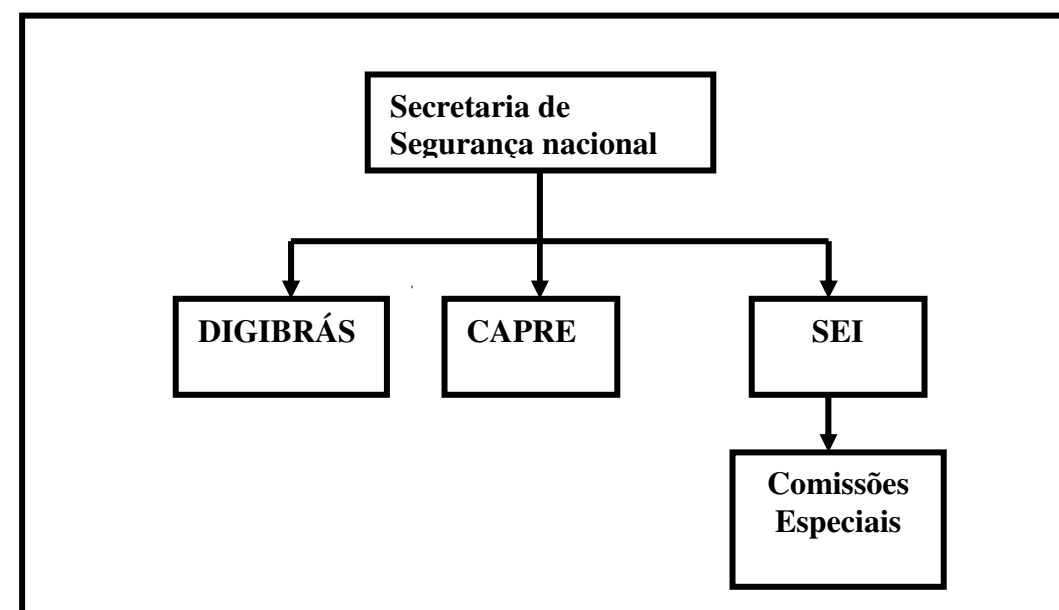


Figura 3. Início da informatização da sociedade brasileira, uma questão de segurança nacional.

Em novembro de 1982, foi criado no MEC o CENIFOR (Centro de Informática do MEC) subordinado à FUNTEVÊ, e em 1983, com a criação do projeto EDUCOM (Computadores e Educação), ficou definitivamente efetivada a liderança do MEC no processo de informatização da educação, ficando tal projeto a ser financiado pelo SEI, MEC, CNPq e FINEP. Contudo, a responsabilidade de sua execução ficou ao encargo do CENIFOR/FUNTEVÊ, que, vale ressaltar, sempre teve situação financeira difícil, em virtude do não cumprimento dos compromissos financeiros de órgãos governamentais.

Em sua origem, o Projeto EDUCOM tinha uma proposta interdisciplinar de trabalho e objetivava a implantação de centros-piloto como instrumentos relevantes para a informatização da sociedade brasileira. Estes centros visavam a desenvolver a capacitação nacional e uma futura política para o setor. Os primeiros centros piloto foram implantados em parceria com as universidades federais de Pernambuco, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, e Estadual de Campinas para o desenvolvimento de atividades integradas com escolas, preferencialmente do 2º grau.

Porém, só por volta de 1987 (4 anos depois), quando o projeto passou a ser subordinado a Secretaria Geral do MEC, é que começaram a surgir recursos para sua implantação mais efetiva. Foram iniciados cursos de especialização na UNICAMP, concursos de *software*, realizados congressos, novos recursos para pesquisa. De 88 a 89 foram implantados dezessete Centros de Informática na Educação (CIEs) em diferentes estados, com o objetivo de constituir centros irradiadores e multiplicadores da tecnologia da informática para as escolas públicas.

O EDUCOM era um projeto experimental e formou as bases para o PRONIFE, programa Nacional de Informática na Educação, que tinha como finalidade apoiar a implantação da informática do ensino fundamental até o terceiro grau, estimular a pesquisa e a formação continuada dos professores. Hoje, este projeto continua integrado ao MEC-Ministério da Educação e do Desporto e subordinado à Secretaria de Educação a Distância. Documento disponibilizado pela mesma secretaria para informação do público, via Internet<sup>5</sup>,

---

<sup>5</sup> Documento produzido pela Secretaria de Educação à Distância do Ministério da Educação e do Desporto (MEC/SEED). Disponibilizado exclusivamente para informação do público. 19-20 de setembro de 1996.

esclarece as principais diretrizes atuais do programa de informatização das escolas públicas, cuja meta é disseminar a tecnologia da telemática nas escolas de 1º e 2º graus, de maneira a assegurar um alto padrão de qualidade, eficiência e equidade para modernizar a gestão escolar.

De acordo com o referido documento, a introdução de novas tecnologias na educação podem contribuir elevando a qualidade do ensino, porque possibilitam maior adequação do processo de ensino aprendizagem; permitem ao aluno resolver problemas de forma criativa, a processar e disseminar informações; proporcionam oportunidades de dominar e usar tecnologia; contribuem para desenvolver o trabalho em equipe e ajudam o aluno a preparar-se para a sociedade globalizada, ingressando no mercado de trabalho de modo competitivo.

As primeiras escolas a serem beneficiadas com a informatização serão aquelas que possuem habilidade para lidar com tecnologia, uma vez que os NTEs (Núcleo de Tecnologia Educacional) ainda estarão sendo implantados. Elas enviarão seus projetos às secretarias estaduais que os mandarão ao MEC; este órgão terá critérios previamente especificados que determinarão a aprovação ou não dos projetos das escolas.

Os NTEs objetivam assessorar tecnicamente as escolas. Para isto, serão compostos por equipes de professores treinados e assessorados pelos técnicos de suporte, que serão formados em cursos profissionalizantes de 2.º grau. Estes professores serão encarregados de treinar os seus colegas através de cursos de especialização ou de reciclagem. À medida que os NTEs forem sendo criados, as escolas se vincularão a eles, que se vincularão às secretarias estaduais. Os NTEs também estarão conectados ao MEC

A formação dos professores é considerada um condicionante para o sucesso do programa; será dada atenção especial ao seu treinamento e formação. O MEC procurará estimular as universidades e escolas normais a incluir tecnologia aplicada à educação na formação curricular dos seus professores.

Para o biênio 97-98 está orçado um investimento de 220 milhões para a aquisição de equipamentos, instalações físicas, cabeamento das escolas e dos NTEs (redes locais) e

investimentos em telecomunicações. Estados e municípios entram com um percentual de 20% deste valor.

Os critérios para a escolha dos equipamentos serão definidos pelo MEC, assessorado por especialistas nacionais e internacionais. Serão equipamentos que permitam acesso à Internet, interligar os computadores entre si e TV-Escola. A escolha deverá observar os aspectos de custo/benefício e as constantes inovações tecnológicas do setor.

Acoplado ao projeto, um processo de avaliação visa a observar o impacto da tecnologia no processo educacional e as melhorias na qualidade, eficiência e equidade do ensino. Os possíveis indicadores avaliarão: menores índices de repetência e evasão; melhorias na habilidade de leitura e escrita; melhor compreensão de conceitos abstratos, maior facilidade na solução de problemas e utilização mais efetiva da informação em várias fontes.

É muito importante ressaltar que a introdução de aparatos tecnológicos na escola pública não será a garantia de seu sucesso ou de seu fracasso. Quando se faz uma retrospectiva do ensino assistido por TV, percebe-se que já foram consideradas como a garantia de elevação do nível destas escolas e a realidade não é bem assim. Cysneiros (1998) comentou que as tecnologias podem melhorar o ensino ou apenas fazer alguma inovação, conservando-o sem grandes alterações, apenas reproduzindo uma aula comum. O diferencial do ensino continuará se dando através da figura do professor, que continua precisando ser valorizado e melhor formado. Não se trata de estar contra este processo de informatização das escolas públicas, mas de olhar com cuidado, com espírito de crítica, o que facilitará ou dificultará o sucesso de tamanho investimento.

#### 1.2.1. Possibilidades educacionais do computador

O ensino através de computadores pode ser classificado de acordo com o **tipo da sua abordagem pedagógica**. Esta abordagem é bastante variada e oscila entre dois grandes pólos, que segundo uma classificação de Valente (1993), são: o computador como **máquina de ensinar**, no qual o computador ensina ao invés de ser ensinado. Através de erros e acertos, consegue-se chegar aos conceitos trabalhados pelo programa, que, de alguma forma

recompensa as escolhas corretas do usuário. Nesta versão, seu uso é dirigido nas modalidades tutoriais, de exercício e prática e autodirigido em modalidades de jogos e exercícios de simulação; e como **ferramenta** - o computador não é mais algo que ensina ao aprendiz, mas é uma ferramenta de trabalho com o qual ele desenvolve algo. Descreveremos a seguir algumas possibilidades educacionais do computador, segundo a classificação de Valente (1993).

#### *1.2.1.1 . O computador como máquina de ensinar*

O computador ensina ao invés de ser ensinado. Através de erros e acertos, consegue-se chegar aos conceitos trabalhados pelo programa que, de alguma forma, recompensa as escolhas corretas do usuário. Nesta versão, seu uso é dirigido nas modalidades tutoriais, de exercício e prática e autodirigido em modalidades de jogos e exercícios de simulação.

##### *a) Tutoriais*

São uma versão computacional da instrução programada, com a vantagem de ser enriquecido com animação, som, controle da performance do aprendiz e avaliação do aluno. Reproduz uma aula tradicional. Há uma necessidade mínima de interferência do professor. Existem tutoriais que usam inteligência artificial, que analisam padrões de erro e a capacidade de aprendizagem do aluno. Mas, a maior parte de *softwares* desse tipo produzidos no mercado são de má qualidade. Um exemplo de tutorial é o aplicativo 2<sup>a</sup> Guerra Mundial, da Brasoft, um documentário que explica as causas e as conseqüências do conflito.

##### *b)Exercício e prática*

É usado para revisar material visto em classe que envolve a memorização e a repetição, como aritmética e vocabulário. Pode vir em forma de jogos. Embora eles eliminem a parte mecânica da avaliação do professor, no entanto, não proporciona a oportunidade de acompanhar o processo de assimilação dos assuntos vistos em classe. Podemos citar como exemplo Desafio Literatura Brasileira e Portuguesa, da Micropower. O aplicativo é constituído de 250 questões a respeito de literatura.

##### *c) Jogos educacionais*

Os conceitos são trabalhados através de jogos que evidenciam tanto os acertos como as vitórias. O grande problema dos jogos é a competição, que acaba tornando-se maior do que os objetivos de aprendizagem propostos pelo programa. Ex.: O que é, o que é, produzido por MTEC, distribuído por TELATIVA, é um jogo inspirado no livro de Ruth Rocha. Mais de 50 perguntas, e 10 jogos com muitos efeitos.

#### d) Simulação

Reproduz modelos dinâmicos e simplificados do mundo real que permitem a exploração de experiências fictícias, de situações de risco, manipulação de substâncias químicas ou de objetos perigosos. Oferece possibilidades de testar hipóteses, analisar resultados e refinar conceitos. Pode ser utilizado em experiências em grupos para discussões, complementar leituras etc. Possibilita um grau maior de intervenção do aluno. Pode ser muito útil, mas como uma boa simulação é difícil de ser feita, existem muito poucas de boa qualidade no mercado. Ex.: BEST FLIGHT SIMULATOR, produzido pela Expert e distribuído pela produtora Greenleaf, tem mais de cem simuladores de vôos com truques e acessórios.

#### 1.2.1.2. Computador como ferramenta

Segundo esta modalidade, o computador não ensina o aprendiz, mas é uma ferramenta de trabalho, com a qual ele desenvolve algo. Em seguida citaremos alguns de seu diferentes tipos.

##### **a) Aplicativos para uso do aluno e do professor**

Produtores de texto, planilha, calculadoras...enfim uma infinidade de *softwares* que ajudam o usuário a processar a informação. Ex.: Microsoft Excel, da Microsoft Corporation, Copyright 1985-1997.

##### **b) Resolução de problemas através do computador**

Propicia um ambiente de aprendizagem baseado na resolução de problemas. Oferece ao aluno a possibilidade de ter acesso a uma linguagem precisa, lógico formal e que pode ser checada através dos *feedbacks*. O objetivo é representar a solução de um problema através de

uma linguagem computacional, cujo resultado pode ser a obtenção de um programa de computador. Ex.: O Logo, cuja referência já citamos.

c) Produção de música

O computador pode contribuir para eliminar as dificuldades de aquisição de técnicas de manipulação de instrumentos musicais e ajudar na composição de peças e aprendizado de conceitos musicais. Torna o aprendizado de tocar um instrumento mais criativo, pois estará associado com o fazer música. O Logo inclui uma ferramenta que permite produzir pequenas composições. O programa Rock&Roll Your Own, da Compton's, distribuído pela Brasoft, permite ao usuário que componha seu *rock* no PC.

d) Programa de controle do processo

Ajuda a representar de maneira gráfica e mesmo sonorizada a coleta de dados de pesquisas dos alunos, oferecendo ótima oportunidade para estes entenderem o processo e até mesmo controlá-lo. Ex.: Microsoft Acces. Produzido pela Microsoft Corporation, copyright 1992-1997.

e) Computador como comunicador

O computador interligado a um provedor por via telefônica pode conectar-se a outros computadores e acessar o mundo virtual veiculado pela Internet. É possível construir e compartilhar de um banco de dados comum. A Internet é vista também como um recurso que pode tornar mais eficiente o ensino a distância, pois otimiza a rapidez nas comunicações com lugares longínquos de centros mais desenvolvidos, carentes de professores devidamente capacitados. Suas páginas virtuais com estruturas de hipermídia, integrando som e imagem (World Wide Web), têm mostrado ser um recurso educacional muito importante, pois podemos encontrar nestas páginas informações atualizadas, originadas em diversos países.

A classificação de Valente (1993), que acabamos de ver, baseia-se, como escrito há pouco, no emprego do computador como ferramenta ou como máquina de ensinar. Ao usar esta divisão, percebemos que o autor "compra a briga" entre construtivistas e behavioristas. Isto se evidencia ao revermos o conceito de computador como ferramenta e máquina de ensinar, que corresponde respectivamente à pedagogia desejável para o construtivismo e para



o behaviorismo, no qual o aprendiz é tido como um sujeito passivo e não é proporcionado um espaço que privilegie inventividade e autonomia.

Na prática as coisas não são tão simples assim e já pudemos ver *softwares* do tipo jogo, com respostas fechadas e reforço para os acertos que dão amplas oportunidades de desenvolver o raciocínio lógico, como é o caso do aplicativo conhecido como *Box World*. Temos, então, um número crescente de software híbridos em que tais classificações não se enquadram.

Faremos referência aqui à taxinomia de Mendelsohn, citada por Campos (1997). O referido autor, ao classificar os *softwares* educacionais, o faz a partir de um referencial diferente do conceito de aprendizagem. Ele usa algo mais genérico que denomina ambientes inteligentes de aprendizagem (AIA). Estes ambientes precisam estar interligados às pesquisas cognitivas e levam em conta o conteúdo que deve ser adaptado ao aluno; à construção da interface do programa com o aluno e a um tipo de análise da resposta do aluno. Há quatro tipos de ambientes educacionais que enquadram praticamente todos os tipos de programas existentes e um híbrido. O que define cada ambiente, cujo desenho está expresso na figura 4, e esta é a grande inovação do autor, são duas características genéricas que todos os *softwares* possuem:

- a) A **abertura** do sistema informatizado em relação às ações que o sujeito pode realizar sobre o ambiente. Ex.: se o usuário pode programá-lo, criando algo novo, ou se tem um limitado número para dar a resposta certa.
- b) O **tipo de conhecimento** que o *software* aborda. Ex.: se é um aplicativo para trabalhar álgebra ou é uma linguagem, que permite trabalhar conhecimentos de maneira geral.

Com estas duas características, abertura e o tipo de conhecimento abordado pelo software, Mendelsohn, compõe um quadro com dois grandes eixos ortogonais onde organiza sua classificação.

Estes dois eixos, ao cruzarem-se, subdividem espaços dando origem a quatro tipos de combinações diferentes: abertos com conhecimento específico, abertos com conhecimentos genéricos, fechados com conhecimento específico e fechados com conhecimento genérico. Há também um espaço de interseção entre estes denominado sistema híbrido, para os *softwares*

que possuam mais do que dois destes componentes em sua estrutura. Seguiremos com a descrição do quadro de Mendelsohn, explicando sua subdivisão, após a transcrição do quadro citado por Campos (1997:16) para classificar os (AIA).

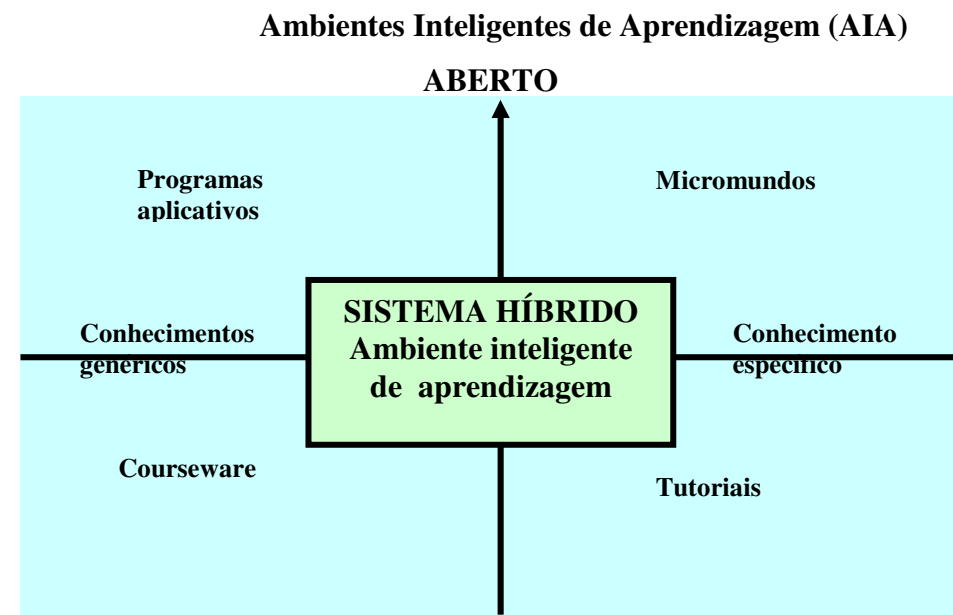


Figura 4. Quadro de Mendelsohn

1. **Softwares aplicativos** – São abertos, mas lidam com conhecimento bem específico como planilhas, classificar objetos, resolução de problemas numéricos. Procedimentos de linguagem de programação clássica, ex.: Microsoft Excel.

2. **Micromundos** – São sistemas informatizados abertos e não trabalham conteúdo específico. O aluno programa utilizando o ambiente para construir novos objetos. O programa, por sua vez, como o Logo por exemplo, espelha seus conhecimentos.

3. **Courseware** – São bastante especializados quanto ao conteúdo pedagógico. Cada seqüência de resposta é fechada e interpretável pelo programa. Possui analogia como os questionários. Ex.: Enciclopédia Digital, produzido por GLLG e distribuído por MSD. Temas diversos como arte, ciências, geografia e música. Traz, ainda, mais de quatrocentas questões típicas de vestibulares.

4. **Os tutoriais** – Podem possuir conteúdos genéricos, no caso de enciclopédias, ou mais específicos. Suas respostas são fechadas e interpretáveis, inclusive com possibilidades de análise no caso dos tutoriais inteligentes. Podem usar estrutura de hipertextos. Ex.:

Descobrimos a trigonometria, da Ática. Através de jogos, mapas e animação, mostra conceitos como seno e cosseno.

Todos estes ambientes de aprendizagem têm o seu valor e devem ser selecionados de acordo com o momento e com o objetivo proposto para a atividade do aluno. As classificações são genéricas e os demais tipos de aplicativos classificados por Valente podem enquadrar-se aqui. Por exemplo: exercício e prática e jogos educacionais podem ser considerados um *courseware*, programas de controle de processo, um aplicativo...Um jogo educacional pode trabalhar raciocínio e ao mesmo tempo ter respostas fechadas e conteúdo específico. Na classificação de Valente ficaria um tanto confuso enquadrar tal tipo de jogo como máquina de ensinar. Na taxinomia de Mendelsohn, pelo fato de ser mais genérica, não há problemas quanto a isto.

Em todos os casos, seja como ferramenta ou como máquina de ensinar, o uso do computador possui aspectos positivos e negativos. O que determinará o bom ou mau uso de um aplicativo está muito relacionado com a concepção epistemológica de aprendizagem do professor. Por exemplo, Di Sessa (1993) na Universidade de Berkeley, Califórnia, propõe um uso conjugado dos dois tipos de programas: ele trabalha com um *software* do tipo ferramenta, chamado Elmira para desenvolver o raciocínio matemático das crianças em um programa de cinemática (matemática do movimento) e o outro, ele usa na modalidade máquina de ensinar para a criança fazer exercícios e consolidar os conceitos deduzidos anteriormente com o primeiro programa. Além do mais, com a crescente complexidade dos aplicativos, dificilmente se encontra um *software* com apenas uma destas características isoladamente.

De la Taille (1990) fez um estudo onde mostrou o computador como recurso educacional e no que ele se relaciona com os diversos recursos tecnológicos, tais como TV, vídeo, gravadores, projetores, microscópios... e não tecnológicos como jogos, livros... O autor chegou à conclusão de que o computador é um recurso velho pela semelhança que guarda com tais equipamentos e recursos, há muito usados em educação. Ao mesmo tempo, ele oferece algo totalmente novo: a possibilidade de interação do aluno com a máquina.

Esta interação é definida pelo autor como análise de resposta, isto é, o aluno pode enviar comandos para o computador e receber dele algum tipo de *feedback* que lhe permite reavaliar e conseqüentemente refazer suas ações. Estas respostas podem ser de dois tipos: análise de **resposta simulação**, que se limita a mostrar ao aluno o resultado de sua ação, sem se pronunciar sobre a ocorrência de seu erro ou acerto, dando-lhe oportunidade de perceber e reconstruir suas hipóteses, e a **análise de resposta - avaliação**, aquela que anuncia ao aluno seus erros e acertos. Além disso há um terceiro tipo de *software* que pode conjugar os dois tipos de resposta, por exemplo, no Word, o usuário pode descobrir por si seus erros e também ser alertado pelo próprio programa, quando usa o corretor de texto, sobre os erros por ele cometidos na ortografia das palavras, além de serem oferecidas opções para efetuar a correção.

Como vimos, são amplas as possibilidades de uso do computador na educação. Seu emprego como recurso pedagógico está subordinado à concepção de ensino e aprendizagem do professor, que necessita ter claros seus objetivos educacionais, a fim de que possa fazer uma avaliação adequada na seleção do *software* que lhe convém. O ideal é que o professor, a par das pesquisas em desenvolvimento, escolha aplicativos que promovam a criatividade e autonomia do aluno. Ter critérios definidos para esta avaliação ajudam nesta seleção, pois há muitos *softwares* educacionais de péssima qualidade no mercado.

Papert foi um dos pioneiros a propor um *software* para a educação com fundamentação teórica baseada nos princípios do construtivismo, o qual continua sendo considerado como uma referência no meio acadêmico. Situaremos a seguir quem é Papert e o Logo, o *software* que criou. Tentaremos mostrar essa fundamentação teórica do autor e como se deu a influência de Piaget no seu trabalho. Em seguida, como ele se afastou das concepções piagetianas e se aproximou de alguns conceitos defendidos por Vygotsky.

#### 1.2.2. Quem foi Papert e o que é a linguagem Logo?

Papert foi um matemático que estudou no Centro de Epistemologia Genética em Genebra. Ele reinterpretou as idéias de Piaget através do ângulo da inteligência artificial. Segundo Papert (1985), o conceito de inteligência artificial é muito mais amplo do que aquele em que as máquinas podem desempenhar funções inteligentes como as desenvolvidas

pelas pessoas. A inteligência artificial, para ele, pode ser considerada uma ciência cognitiva que pesquisa sobre aprendizagem e partilha seu domínio com a psicologia, a lingüística e cuja metodologia e teorização está fortemente embasada na teoria da comunicação.

Seu foco essencial não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma como movimentos intelectuais e culturais autodefinem-se e crescem. Atribui, assim, ao computador o papel de portador de “germes culturais”, cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico, uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente. O computador seria responsável por contribuir com a criação de uma “mateculura”, isto é uma cultura matemática que não implica necessariamente adultos que saibam resolver equações, mas que possuam uma linguagem rica em raciocínio lógico que se expressa através dos argumentos, de brincadeiras que permitam lançar mão de trocadilhos, enigmas e paradoxos.

Foi com este objetivo que criou o ambiente Logo, uma linguagem na qual a criança pode programar o computador. Como cursor, ele usa a figura de uma tartaruga<sup>6</sup> virtual que poderá fazer desenhos geométricos em complexidade crescente; o usuário terá que usar de sua vivência corporal, sua orientação espacial, seqüência lógica, causalidade, classificação, seriação, conservação, linguagem descritiva de ações concretas, e em síntese, uma série de conhecimentos lógico-matemáticos, mobilizados por uma necessidade lúdica de construir formas com a tartaruga. Isso dá oportunidade às crianças de usarem no concreto, conceitos formais da matemática, da física, sem saber que o estão usando, já que terão que adaptá-los a uma linguagem de programação para o “computador entender”. Os desenhos podem ser pintados, animados, compor histórias, enfim, uma infinidade de atividades cujo limite será a criatividade de cada um, após o domínio dos recursos do programa.

Examinaremos agora os pontos de afinidade entre Piaget e Papert. Poderemos verificar que, salvo algumas divergências, foi muito grande a influência que Papert recebeu do seu mestre. A comparação entre o pensamento pedagógico destes dois autores foi realizada tendo como suporte as obras: “Para Onde Vai a Educação?”, Piaget (1986), onde os princípios básicos para o ensino baseado na psicogênese são apontados, e o livro "Logo: Computadores e Educação" (Papert, 1985).

---

<sup>6</sup> O nome tartaruga foi dado ao robô inicial, uma semi-esfera que se movia muito devagar.

#### 1.2.2.1. *Influência de Piaget no trabalho de Papert*

**a) Métodos ativos** - Piaget defende os métodos ativos, onde se confere *especial relevo à pesquisa espontânea da criança ou do adolescente, exigindo-se que toda a verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida* (Piaget, 1976:18). É justamente isto que Papert propõe com o computador que servirá ao propósito de “pensar com”. Através dele, crianças recriarão suas respostas para resolver a situação-problema de programar o computador. Para isto lançam mão de um procedimento descritivo, no qual elas terão de reconstruir seus conhecimentos ou suas próprias ações para descrevê-los numa linguagem computacional. Isto as ajudarão a fazer a ponte entre o pensamento concreto e o formal. Ele chega mesmo a ressaltar que *o computador é o único a nos permitir os meios para abordar o que Piaget e muitos outros identificam como o obstáculo a ser transposto para a passagem do pensamento infantil ao adulto* (Papert, 1985:38).

**b) Papel do educador** - Piaget dizia que o receio das pessoas é que com os métodos ativos se anulasse o papel do mestre, mas, segundo ele,

*é evidente que o educador continua indispensável a título de animador, para criar as situações e armar os dispositivos essenciais capazes de suscitar problemas úteis à criança, para organizar, em seguida, contra-exemplos que levem a reflexão e obriguem ao controle das reflexões demasiado apressadas: o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas* (Piaget, 1976:18).

Este é justamente o papel do professor preconizado por Papert, como mediador, estimulador. Ele disse que *as escolas como as conhecemos hoje não terão lugar no futuro. Ou elas se adaptarão se transformando em algo novo ou então simplesmente decairão e serão substituídas* (Papert, 1985:23).

**a) O ensino da matemática** - Para Piaget,

*Ensina-se a matemática como se tratasse exclusivamente de verdades acessíveis por meio de uma linguagem abstrata e mesmo aquela linguagem especial que é a dos símbolos operatórios. A verdadeira causa dos fracassos da educação formal decorre pois essencialmente do fato de se principiar pela linguagem (acompanhada de desenhos, de ações fictícias ou narradas etc.) ao invés de o fazer pela ação real e material (Piaget, 1976:67).*

A linguagem Logo objetiva justamente desenvolver formas como o computador pode influenciar positivamente o pensamento das pessoas através de uma metodologia em *importantes idéias de física, matemática ou lingüística de uma maneira que permite ao jogador, aprendê-las de forma natural, assim como a criança aprende a falar (Papert, 1985:45).*

**c) Papel do erro** - No construtivismo, o erro é visto como uma etapa necessária à construção do conhecimento e não tem uma conotação negativa:

*à compreensão de certos fenômenos elementares, a criança necessita de passar por um certo número de fases caracterizadas por idéias que adiante irá considerar erradas, mas que parecem ser necessárias para o encaminhamento às soluções finais corretas (Piaget, 1985:21).*

No ambiente Logo este conceito é exercitado da seguinte maneira: as crianças testam suas hipóteses e os os *bugs* (procedimentos que não dão certo) são recebidos como um *feedback* que levará o aluno a reformular sua ação *debugging*.

**d) Interdisciplinaridade** - Piaget era um autêntico adepto da relação interdisciplinar das matérias escolares que são complementares ou solidárias. Achava esse um ponto essencial a ser mudado no ensino, porque fragmenta o conhecimento e dificulta a pesquisa:

*os futuros pesquisadores continuam sendo muito mal preparados nesse particular, devido a ensinamentos que levam a especialização e resultam com efeito, na fragmentação, por não se compreender que todo aprofundamento especializado leva, pelo contrário, ao encontro de múltiplas interconexões (Piaget, 1985:24).*

Papert acha que isso pode ser solucionado com o contato mais íntimo da criança com o computador *para que compreenda idéias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais* ( Papert, 1985:18)

**f) Papel da educação para o desenvolvimento** - A educação tem o papel de transmitir o corpo de conhecimentos já estruturado da humanidade às novas gerações, que *só se desenvolve a partir das interações sociais múltiplas e diferenciadas*. O papel da educação como condição formadora *é insuficiente por si só, mas estritamente indispensável ao desenvolvimento mental* (Piaget, 1976:36). Com isto diz que, embora não seja determinante absoluta do desenvolvimento mental, como fator externo, a educação é imprescindível para que o mesmo ocorra em níveis desejados. Papert concorda, mas ele próprio diz que dá uma importância mais acentuada do que seu mestre à *“estimulação cultural do meio que tornariam determinados conceitos mais complexos em simples e abstratos”*, Papert (1985:21). Acredita, também, que o meio pode, como no caso da matemática, fornecer materiais, mas bloquear seu uso, esse é um dos motivos pelo qual propõe a *matecultura*, um ambiente propício a estimulação de conceitos matemáticos complexos, através de atividades lúdicas que, segundo ele, são envolventes e simples, partindo da vivência concreta da criança.

**g) A relação da educação com o respeito aos estágios** - A descrição dos níveis mentais impõe certo limite ao conhecimento, que torna-se estritamente subordinado às supostas capacidades das estruturas mentais. Piaget afirmou que *só poderá haver vantagens de respeitar as etapas*, pois existe o risco de o ensino se tornar incompreensível e compreender significa *inventar ou reconstruir através da reinvenção*. Ele próprio questiona a vantagem ou não de acelerar os estágios de desenvolvimento, embora



*toda educação, consista de uma forma ou de outra, em semelhante aceleração; mas a questão está em saber até onde ela é proveitosa.” Acrescenta ainda “desconhecemos porém essas leis, também nesse particular, caberá as pesquisas do futuro esclarecer à educação (Piaget, 1976:22).*

Nesse aspecto, Papert se considera mais flexível do que Piaget, embora reconheça que existem os estágios, acha que a passagem do concreto ao formal pode ser estimulada através da linguagem Logo, *que permite mudar os limites entre o concreto e o formal, pois incluem elementos necessários para tornar alguém um pensador formal (Papert, 1985:38).* A diferença que fica implícita no seu discurso é que os estágios não são tão rígidos quanto a sua determinação etária e a passagem para o nível formal é favorecida pela estimulação cultural presente no meio .

**h) Motivação** - o papel da necessidade é fundamental na aprendizagem piagetiana, pois a ação supõe sempre um interesse que a desencadeia, que provoca os desequilíbrios, motor de todo o processo de aprendizagem. Papert concorda inteiramente, e se propõe a criar um ambiente cultural e apaixonante que, com o seu poder de simulação, seja para as crianças um veículo de estimulação do pensamento matemático. A motivação viria da linguagem lúdica e possível de ser individualizada através do computador, que atenderia às necessidades de criação particular de cada aluno.

**i) Autonomia** - Para um desenvolvimento pleno da personalidade, Piaget defende como fundamental o direito de encontrar nas escolas *aquilo que seja necessário a construção de um raciocínio pronto e de uma consciência moral desperta (Piaget, 1976:61).* É por isso que defende os métodos ativos e uma mudança no papel do professor que deixa de ser a figura autoritária, pregadora da correção, punidora do erro, para estimular o desenvolvimento do pensamento e da moral dos alunos. A criação é incompatível com mera repetição. Nesse ponto, também, há uma total adesão de Papert à teoria piagetiana, porque através do seu *software*, proporciona um recurso que pode vir a modificar o autoritarismo da relação professor-aluno, recriar o conhecimento e ensinar através de trabalhos em duplas a troca entre pares ou pequenos grupos e com isto, o exercício de valores éticos e morais.

Papert reconstruiu a teoria piagetiana nos seus fundamentos, passíveis de aplicação ensino através de um *software* educacional. É como se ele tivesse tentado operacionalizar, usando os princípios da inteligência artificial, o que aprendeu no Instituto de Genebra. Porém, há nas pesquisas genebrinas dois pontos dos quais ele veementemente insiste em discordar e que já foram referidos: influência cultural e respeito aos estágios. É justamente aí que o pensamento de Papert se aproxima das principais contribuições de Vygotsky ao ensino, embora não o cite como referência bibliográfica na obra em que baseamos este trabalho. Seguiremos descrevendo os aspectos em comum destes dois autores.

#### *1.2.2.2. Pontos em comum entre o pensamento de Vygotsky e Papert*

Ao analisar a importância da educação e sua relação com o desenvolvimento mental, Vygotsky chega às seguintes conclusões: *o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças ingressam na vida intelectual* (Vygotsky, 1984:99). Esse processo, para ele, é fundamentado na imitação e é através dela, qual é eminentemente social, que o meio circundante recebe significado. Dessa forma, as crianças são capazes de imitar uma infinidade de ações de que não eram capazes de realizar e este ato pode levá-las a avançar no seu desenvolvimento mental. Por isso, acredita que o ensino não deve se deter só ao concreto e excluir oportunidades de abstração. A abstração pode estimular uma zona de aprendizagem que por imitação interna pode chegar a impulsionar modificações que passam a ser uma aquisição do desenvolvimento independente da criança. Para ele, uma pessoa só consegue imitar o que está em seu nível de desenvolvimento. É por isso que diz :

*um ensino baseado somente no concreto - um sistema que elimina do ensino tudo aquilo que está associado ao pensamento abstrato - falha em ajudar as crianças retardadas a superarem suas deficiências inatas, além de reforçar essas deficiências, acostumando as crianças exclusivamente ao pensamento concreto e suprimindo, assim, os rudimentos de qualquer pensamento abstrato que essas crianças ainda possam ter”, Vygotsky (1984:100). Contudo, “ o aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento*

*mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer (Vygotsky, 1984: 101).*

Para explicar o que é desenvolvimento mental na perspectiva de Vygotsky, temos que recorrer a um importante conceito desenvolvido por ele que é conhecido por zona de desenvolvimento proximal, que nas palavras do autor significa:

*a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução de problemas de maneira independente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1984:97).*

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que estão em maturação, mas ainda não amadureceram e que através do ensino farão avançar o desenvolvimento real.

Isso é o que Papert (1985) propôs, quando narrou a importância que engrenagens mecânicas tiveram para a aquisição das estruturas matemáticas no seu pensamento. Ele concluiu que o seu interesse pelas engrenagens só pôde acontecer de maneira **apaixonada** porque elas eram **presentes** no seu meio, eram **significativas** para os adultos em sua volta e pôde **vivenciá-las** com toda a intensidade.

Papert objetivava com os computadores, que podem ser instrumentos flexíveis o bastante para todos os gostos, criar um ambiente cultural e apaixonante que com o seu poder de simulação fosse para as crianças um veículo de estimulação do pensamento lógico-matemático, tal como as engrenagens foram para ele. A criança de sete anos que está ingressando no operatório concreto, não precisa chegar aos onze para iniciar a trabalhar com os conceitos abstratos. Essa transição, por exemplo, pode acontecer naturalmente através da estimulação cultural existente no Logo (Papert: 1985).

Valente (1993), ao analisar a aprendizagem proposta por Papert com o Logo, concluiu que, para os objetivos relacionados a este processo serem atendidos, havia a necessidade de

um mediador eficiente, alguém que conhecesse o programa e fizesse intervenções que não estivessem aquém do nível mental das crianças e sim um pouco além, de modo a fazê-las avançar em seu raciocínio. Para isto, deveria atuar exatamente na zona de desenvolvimento proximal .

O computador pode dar uma contribuição muito interessante e diversificada para a aprendizagem do aluno e, segundo a proposta de Papert, também para o desenvolvimento do raciocínio. A título de ilustração destas possibilidades educativas através desta ferramenta e objetivando também contextualizar nossa investigação na realidade da Informática Educativa, realizamos uma pesquisa-piloto na cidade de Fortaleza, no primeiro semestre do ano de 1997. No período, observamos o uso do computador em duas escolas de classe média, num projeto desenvolvido para meninos de rua e em um consultório de psicologia infantil. Nesta próxima seção, apresentaremos os resultados desta pesquisa .

### 1.2.3. Como o computador está sendo usado em alguns locais na cidade de Fortaleza - Relatório de Campo

#### 1.2.3.1. "Escola A"

Esta é uma escola que se propõe a trabalhar com metodologia construtivista, embora não se julgue "construtivista" e sim construindo sua proposta. Tem pretensões de realizar um trabalho sério dentro da abordagem que procura. Possui nos dois períodos mais de 1000 alunos e é bem reconhecida no meio educacional. É privada e atende a uma clientela de classe média.

O trabalho de informática foi introduzido em 1994, através de uma serviço de "terceirização" com um

a empresa especializada brasileira com sede no Rio de Janeiro e regionais espalhadas em importantes capitais do País. Está construindo sua *home page* em breve disponível na Internet.

O serviço de "terceirização" fornece os equipamentos, professores especialistas e é responsável por sua manutenção e *up grade*. Há um coordenador do serviço de informática que faz elo entre a empresa e o colégio. Ele participa de todas as suas atividades como se fosse um verdadeiro funcionário deste. Quatro professores estão sob sua supervisão, com os quais

realiza o planejamento do laboratório. A equipe consta ainda de um professor para Internet, que está compondo uma pequena equipe de 18 alunos para trabalhar aos sábados, fazendo pesquisas de ordem cultural.

Há outro professor que aparece semanalmente no colégio para dar formação continuada aos professores especialistas, em número de quatro: dois no período da manhã e dois à tarde.

#### *Equipamentos*

Há dois laboratórios no colégio, contendo 26 máquinas do tipo pentium 100 com 8 megas de memória RAM, interligadas em rede. Um scanner de mão; 2 impressoras a jato de tinta; uma matricial; mais dois pentiums ligados para a Internet. Quantos aos programas utilizados, para primeiro grau menor são usados: Logo, quase que exclusivamente, e em algumas raras ocasiões, Word<sup>7</sup>; e para primeiro grau maior : HyperStudio<sup>8</sup>; Netscape<sup>9</sup>; Photo Finish<sup>10</sup>.

#### *Objetivos e metodologia*

O laboratório atende, a cada 50 minutos, turmas de 50 alunos mais ou menos, que se distribuem com regularidade nas duas salas. O professor trabalha com duplas, que são fixas e definidas *a priori*. Ele também dá explicações individuais, tira dúvidas e ensina procedimentos. O computador é utilizado, segundo a coordenadora de informática, como ferramenta a serviço do homem, que é capaz de programá-lo; como um meio para avaliar a criatividade na resolução de problemas e de ensinar o aluno a ser crítico.

O raciocínio é estimulado através dos programas que dão a oportunidade de criar. Com o Logo, por exemplo, visam a levar o aluno a desenvolver o raciocínio lógico-dedutivo. O desenvolvimento cognitivo é respeitado através da seleção dos programas para cada faixa etária.

---

<sup>7</sup> Microsoft Word, da Microsoft Corporation, copyright 1983-1997

<sup>8</sup> HyperStudio, criado por Roger Wagner e distribuído pela Trend.

<sup>9</sup> Netscape Communicator 403. Netscape Communication Corporation. Copyright 1994-1997.

<sup>10</sup> Photo Finish. Word Star Atlanta Technology Center Incorporates. Copyright 1993.

A informática serve também como elo de entre outras disciplinas, atendendo a necessidade de interdisciplinaridade. O trabalho é realizado a partir de projetos que são decididos em conjunto com equipe de informática e o professor de alguma disciplina. Só que o papel deste último é apenas avaliar o projeto delineado pelos professores especialistas. Assim, checam se está correto em termos de conteúdo e o acompanham de longe. Eles vêem o trabalho pronto, não acompanham o processo dos alunos.

Em relação à autonomia dos alunos com as máquinas, a coordenadora acha que é boa para a pequena quantidade de aulas que têm durante o ano. Ao final do semestre, é habitual a feira de informática, onde os melhores trabalhos são expostos. Geralmente, ocorrem em outubro

#### *Observação de atividades em sala*

Foram realizadas observações em sala com alunos da 5ª e 8ª séries. Os alunos da 5ª série realizaram uma atividade de produção textual com o Word. Era sobre o Dia do Índio. Eles receberam um texto em sala pelo qual deveriam se basear ou pesquisar para fazer um novo texto. A maioria das crianças preferiu escrever o que já sabia do que pesquisar. Após terminar a redação do texto eles podiam inserir uma figura do arquivo sobre o tema. As imagens que estavam no arquivo do computador haviam sido capturadas através do *scanner*. Os alunos quase não sabiam usar recursos básicos do computador, tais como gravar, por exemplo. O professor tirava dúvidas e eles conversavam, trocavam e trabalhavam, demonstrando interesse.

Foi proposto aos alunos da 8.ª série que desenhassem algo com as ferramentas do programa HyperStudio, para depois colocar animação. O objetivo da atividade era ensinar os alunos a trabalhar com a ferramenta animação. Este aplicativo também é usado para os alunos produzirem textos relacionados às disciplinas em que têm dificuldades.

#### *Entrevista com as crianças*

Conversamos com três crianças do colégio para ouvir o que pensam das aulas de informática. Todas tiveram seu primeiro contato com informática no colégio, embora alguns já possuam computadores em casa. Gostam de ir ao laboratório, principalmente pela

oportunidade que têm de trabalhar de maneira mais ativa, seja produzindo algo ou conversando com o colega. É um dos poucos momentos em que podem conversar entre si.

Uma criança de 5ª série que usou o Logo ano passado disse que não gostava dele. Só faziam triângulos e quadrados e os recursos de animação eram muito pobres, comparados aos jogos em CD-ROM a que já eram acostumados. Ela não acha as aulas de informática muito interessantes e disse que não aprendem muito lá, nem sequer sobre informática, pois, onde aprendem mesmo é em casa. Disseram que as aulas no laboratório não ajudam em nada com as outras disciplinas, a não ser quando desenvolvem um projeto específico ligado diretamente a qualquer uma delas. Os professores nunca estimulam a ida ao laboratório e o aluno disse que eles não participam do trabalho desenvolvido no laboratório. Acham que se pararem de ir ao laboratório não haverá praticamente nenhuma alteração em sua aprendizagem escolar.

#### *1.2.3.2. Escola B*

##### ***Equipamentos***

Escola particular que atende clientela de classe média, oriunda de uma das regiões mais privilegiadas da Cidade. O colégio dispõe de seus equipamentos e de uma equipe especializada para gerenciar as atividades de informática, introduzidas há dez anos. Possui 205 computadores pentium, todos com multimídia, divididos entre os quatro laboratórios de informática, biblioteca, setor administrativo, laboratório de biologia, física e química (um em cada sala) e um em cada sala de aula acoplados a Data Show ou aparelhos Coder, permitindo a transmissão do sinal do monitor do computador para o televisor de 29 polegadas. Diariamente, informativos do colégio são veiculados por este sistema. Os computadores são interligados e rede e possuem acesso a Internet.

##### ***Metodologia***

A metodologia usada é diferenciada segundo o *software* e a série. Em linhas gerais, funciona da seguinte forma: planejamento pela equipe de informática da atividade com objetivos pedagógicos e técnicos do que se pretende atingir. Neste planejamento, é também descrita a metodologia utilizada para conseguirem alcançar os objetivos e os recursos materiais de que precisarão dispor.

Cada laboratório tem dois professores que atendem cerca de 40 alunos de cada vez. Cada turma tem uma aula de informática por semana; as aulas têm um tempo de duração de 45 minutos cada. Além disso, existe o trabalho de inglês que funciona como uma complementação das aulas dadas em sala e possui coordenação independente. As crianças usam um livro-texto que tem todos os seus exercícios adaptados pelo próprio colégio em um *software*, que objetiva basicamente reforçar o vocabulário e a escrita das palavras. Cada aluno tem dois tempos dessas aulas de complementação por semana.

Os *softwares* são selecionados de acordo com o grau de escolarização. Para a pré-escola e alfabetização, usam basicamente o Paint<sup>11</sup> e *softwares* que trabalham com classificação por cores, ordenação de barras, jogos da memória, jogos de letras. Objetivam, no pré-escolar e primeiro grau menor, desenvolver a atenção, coordenação motora, percepção da criança, habilidades e potencialidades, usando jogos e atividades no computador integração de conteúdos e disciplinas através de programas educativos e formação de usuários críticos.

No primeiro grau menor, os alunos trabalham com o Megalogo, Paint e Word. Já começa também a ter aulas com os conteúdos próprios da informática, tais como, aprender a manipular ferramentas tais como "salvar", "colar". Estas atividades são cobradas nas avaliações e contam ponto para a nota.

No primeiro grau maior, diversificam os programas de acordo com a série: 5<sup>a</sup>. Windows<sup>12</sup> 95 e Internet; 6<sup>a</sup>. Excel; Internet e Word; 7<sup>a</sup>. Internet, Access, Power Point<sup>13</sup>; 8<sup>a</sup>. Corel Drawn<sup>14</sup> e Internet. Através das atividades propostas em sala, os alunos são levados a explorar os recursos dos programas. É dada uma ênfase no trabalho, de maneira significativa para o aluno, os recursos técnicos que os *software* oferecem.

Ao entrarem na sala, a atividade é explicada pelo "telão" e é proposta uma situação-problema para o aluno resolver com aquelas ferramentas que foram explicadas. Para os

---

<sup>11</sup> Microsoft Paint. Microsoft Corporation. Copyright 1981-1996.

<sup>12</sup> Microsoft Windows -Windows 95. Microsoft Corporation, copyright 1981-1996.

<sup>13</sup> Microsoft Power Point 97. Microsoft Corporation, copyright 1987-1997.

<sup>14</sup> CorelDraw 4.00. Corel Corporation, copyright 1988-1993.



menores, quando usam o Logo, por exemplo, as atividades são vivenciadas anteriormente, até mesmo a nível corporal, antes de programarem a tartaruga.

Segundo a coordenadora da escola, o desenvolvimento cognitivo é respeitado e estimulado, uma vez que os programas são abertos e ensejam possibilidades de criação por parte dos alunos. O colégio produz suas apostilas, que são um roteiro explicativo dos programas (uma espécie de manual adaptado para crianças), bem como propostas de atividades.

Há uma preocupação em propor atividades conectadas com o social nas pesquisas realizadas na Internet, a fim de contribuir para a formação de um usuário. É considerado usuário crítico, pela equipe, aquele que sabe usar o potencial da máquina de maneira construtiva, isto é, como uma ferramenta útil no seu próprio trabalho e crescimento, bem como de sua família.

Os alunos não descrevem procedimentos ou fazem algoritmos, nem relatórios. Não há tarefas para casa, embora algumas vezes possa ser solicitado à criança que traga algum material para dar suporte a alguma atividade. Ex.: Relação de nome de livros com respectivos autores para construir um banco de dados.

A biblioteca do colégio possui 7 computadores e muito material em CD-ROM, tais como enciclopédias, jogos etc. Existe também o Clube de Informática, cuja participação é livre e opcional. Lá os alunos realizam pesquisas de campo, ex.: visitar jornal e pesquisar para fazer o próprio jornal; pesquisas na Internet; organização das feiras no qual quem quiser pode inscrever seu trabalho; aprofundamento e oportunidade de organização e promoção de cursos dados pelos próprios alunos para outros colegas.

A partir do início do ano de 1997, um dos laboratórios tem estado disponível aos demais professores, que podem planejar uma aula com recursos de informática. O setor de informática também oferece cursos aos professores e o uso de computadores é algo bem estimulado pela direção do colégio.

A interdisciplinaridade acontece no pré-escolar, onde o laboratório trabalha diretamente com o conteúdo programático da série, mas no 1º grau só trabalham com as datas comemorativas, sem intercâmbio com os professores. É a aula de informática “mesmo”<sup>15</sup> onde geralmente estudam o manejo de ferramentas de editores de texto e gráficos. Porém, como tivemos oportunidade de nos referir, é facultado ao professor ir ao laboratório com seus alunos, trabalhar ele mesmo o conteúdo dado em sala (a frequência destas visitas é livre e facultativa ao professor).

Os alunos geralmente têm autonomia na realização de suas tarefas, aprendem rápido, e pelo fato de possuírem computadores em casa, muitos ensinam alguma coisa para os professores especialistas.

O colégio também oferece aulas de robótica. É um trabalho extracurricular, no qual a participação dos alunos é facultativa. A robótica que eles desenvolvem consiste em acoplar engrenagens mecânicas a uma placa do computador, que, através de programação específica consegue controlar a manipulação de tais engrenagens, maquetes etc. A cada dia cresce o número de interessados pelo assunto. Os alunos podem propor um projeto para que a direção do colégio examine. Caso estes sejam aprovados, fornecem os meios para a sua adequada realização. Tivemos a oportunidade de ver uma garra mecânica construída por um grupo de alunos. O instrumento tinha movimentos que consistiam em segurar e suspender objetos.

#### *Observação de atividades em sala*

Observamos uma aula de inglês com alunos de 1ª série. Ao chegarem a sala o professor solicitava que fizessem um círculo. Cantaram em inglês, depois foram fazer atividades com o computador, que objetivam reforçar a escrita e o vocabulário de inglês. Quem terminava primeiro podia utilizar jogos, cujos conteúdos eram pedagógicos.

Vimos também uma aula de matemática, na qual o professor usava o Paint para trabalhar noções de geometria. Os alunos participavam com interesse. Pudemos observar também uma aula cujo conteúdo era a própria informática "mesmo", em cada sala os meninos de 1º grau maior estavam aprendendo CorelDraw. O professor explicou as ferramentas que

---

eles iriam utilizar no "telão" e propôs uma atividade pela qual eles iriam trabalhar uma figura específica, usando aquelas ferramentas que haviam sido explicadas. A metodologia da aula também estava toda descrita na apostila. Os meninos sentaram-se para realizar a tarefa.

#### *Entrevista com as crianças*

Conversamos com três crianças do colégio. Embora todas já possuíssem computadores em casa, haviam tido iniciação à informática no colégio. Em casa, eram usuários do computador, inclusive da Internet. Um menino falou que os laboratórios são bons mas os professores nem tanto. Não sabia se todos os professores eram assim, mas a sua professora era "irritante, grosseira e chata". Disseram que no 1º semestre tiveram introdução ao CorelDraw "coisa mais chata!!", mas no "2º semestre vai ser Internet e "ai sim", vão achar legal". Disseram que o roteiro de aula foi seguido rigorosamente na 1ª etapa, com o CorelDraw e na 2ª etapa, Internet, também o será. Nenhum outro programa pode ser usado.

Afirmou que as aulas de informática não ajudam a aprender as outras disciplinas, a não ser o inglês existente nos programas, ou usando o Mirc (bate papo) em canais de língua inglesa, onde se pode aprender um pouco. Nas outras disciplinas, a informática não faz diferença. Às vezes o professor de outras disciplinas estimula a ida ao laboratório para facilitar a realização dos trabalhos, já que no computador tem editores gráficos que podem ser usados em geometria e editores de texto para redação em língua portuguesa. Com isso, ganham ponto e isto realmente ajuda nas outras disciplinas.

Os conhecimentos aprendidos em algumas aulas de informática, diz um dos meninos, não usam de modo algum, pois não suportam mexer no CorelDraw, e no próximo semestre, Internet, aposta que saberá mais do que o professor. Os alunos dizem que aprendem informática mais em casa, por que ali podem mexer onde quiserem e no colégio é muito rigoroso o roteiro de aula. Um dos garotos já está construindo a própria Home Page. Um outro observa que é muito bom quando as aulas de matemática utilizam recursos computacionais, porque a aula fica mais interessante, mais participativa, mais fácil de entender, agindo sobre a figura na tela do computador do que ouvindo uma simples explanação de conteúdo.

---

<sup>15</sup> Aula que explora as ferramentas dos editores, com o conteúdo e avaliação próprios a estas aquisições.

### 1.2.3.3. *Projeto meninos de rua (PMR)*

O projeto é subsidiado pela Prefeitura da cidade de Fortaleza e outros órgãos governamentais, e tem como objetivo reintegrar o menino de rua na faixa de idade de 7 a 14 anos à família e à sociedade. O trabalho tem como pressuposto uma proposta ambiental: os alunos reciclam lixo, cuidam de plantas, fazem dinâmicas, oficina de leitura, artes, informática, educação sexual. Terão em breve o desenvolvimento de um programa, pelo qual também trabalharão com pecuária. É ainda realizado um trabalho com a família.

As crianças são obrigadas a assistir à aula no horário em que não estão no projeto. Recebem uma bolsa que equivale a um quarto do salário mínimo pela participação e uma boa alimentação. Cada turma que entra no projeto é composta de cerca de 130 crianças. Eles passam um período de 8 meses frequentando-o. Ao término deste prazo, serão conduzidas a outros projetos, com finalidades profissionalizantes.

Muitas crianças, em algum momento, passaram pela escola, embora um número significativo não seja alfabetizado. Cada grupo de crianças, porém, só tem acesso ao laboratório durante um período de dois meses, indo a este uma hora por semana. Há a necessidade de rodízio entre os grupos, pois o equipamento é insuficiente para atender a todos.

#### *Equipamentos*

Existe um laboratório na sede do projeto que possuía 6 computadores 486. Este número foi acrescido, através de uma doação recebida, de 8 computadores pentium. Estão adquirindo uma linha telefônica, com a qual poderão se conectar a Internet. Provavelmente, em agosto de 1997 estarão iniciando um projeto chamado *Kidlink*<sup>16</sup>. Os *softwares* utilizados são: editores de texto e gráficos da Microsoft e o *kit* de jogos da escola do futuro<sup>17</sup>. Ressentem-se da falta de equipamentos, *software*, e melhor formação de recursos humanos.

<sup>16</sup> URL: <http://www.kidlink.org/brasil/proj1.html>. É uma organização de âmbito internacional, que tem por objetivo envolver o maior número de jovens até quinze anos em um diálogo global, através de temas diversos relacionados a educação e enriquecimento cultural.

<sup>17</sup> Escola do Futuro. Centro de Informática Aplicada. Série Comput em Ação Interface.

### *Metodologia*

O laboratório recebe, nos dias de terças e quintas-feiras, as crianças do projeto que comparecem em pequenos grupos compostos por 6 crianças. É designado um computador para cada criança. Às segundas, quartas e sextas-feiras, oferecem cursos de edição de texto para as crianças da comunidade.

Quando os garotos entram na sala, é feita inicialmente rodinha, depois jogos, conversas informais. Após, eles jogam com os *softwarse* que reforçam a alfabetização, escrevem seu nome ou desenharam e pintam no Paint. Também podem fazer produções textuais. A equipe trabalha de maneira tradicional quanto à abordagem da língua escrita. A informática funciona como uma alfabetização tecnológica para essas crianças, um reforço às aulas de leitura e escrita e, agora com a Internet, uma fonte de informação e comunicação.

Os jogos são selecionados de acordo com a faixa etária do grupo e principalmente pelo nível dos alunos, que dividem usando como critério ser ou não alfabetizado.

Os professores tiveram treinamento rápido em informática educativa, têm acesso a poucos programas e trabalham de maneira muito intuitiva, mas bastante comprometida com as crianças. Isto é evidenciado pelo interesse que demonstram em buscar crescimento profissional e pela relação afetuosa que mantêm com a causa do projeto.

### *Entrevistas com as crianças*

Foram entrevistadas três crianças do projeto com idade entre 10 a 12 anos. Elas ainda estão se alfabetizando e gostam muito das aulas de informática. Pensam que com o computador se torna mais fácil escrever e ele ajuda bastante a aprender as disciplinas escolares. Elas disseram que este foi o primeiro contato que tiveram com computadores e supõem que teriam mais dificuldade na escola caso não viessem ao laboratório. Comentaram que o ensino da escola junto com o do laboratório facilita muito o aprendizado para eles. Não conheciam ainda nada sobre Internet.

#### *1.2.3.4. O uso da informática em consultório - crianças com dificuldades aprendizagem*

Entrevistamos também uma psicóloga clínica com mestrado em educação, que trabalha com crianças e adolescentes com distúrbios de comportamento e dificuldades de aprendizagem. A teoria psicanalítica é a base do seu trabalho psicoterápico. Utiliza, ainda, a ludoterapia com as crianças de 3 a 10 anos. Em relação ao uso do microcomputador no seu consultório, em linhas gerais, pensa que pode ser um auxiliar à aprendizagem escolar. Crianças e adolescentes que apresentam algum tipo de dificuldade na escola podem beneficiar-se com o uso de alguns programas educativos.

A psicóloga trabalha há cerca de dois anos usando esta abordagem e acha que vem conseguindo bons resultados com sua clientela. Tenta planejar atividades computacionais adequadas às dificuldades das crianças, procurando estimulá-las quanto à aprendizagem de modo mais individualizado. Disse que, na maioria dos casos, a falta de motivação é o fator que mais atrapalha o bom desempenho das crianças. Tem conseguido através dos jogos e *softwares* educacionais despertar essa motivação.

Mencionou que precisa de mais conhecimento para avaliar os *softwares* antes de utilizá-los no consultório, mas tem encontrados alguns ótimos que usa bastante em seu trabalho tais como: Creative Writer<sup>18</sup>; Sherlock<sup>19</sup>; Cabri-géomètre<sup>20</sup>; Enciclopédias e obras de referências diversas; Fine Artistic<sup>21</sup> etc.

#### 1.2.4. Comentários sobre a pesquisa de campo e conclusão

Acreditamos que o uso do computador na escola pode ser um diferencial qualitativo na aprendizagem das crianças, mas, como qualquer outro recurso educacional que se possa utilizar, tal como o livro, a TV, o projetor...está subordinado ao professor, que na sua interação com o aluno, evidencia sua concepção epistemológica de aprendizagem, seus saberes específicos em relação ao conhecimento trabalhado, sua construção como pessoa, sua comunicação com o aluno.

<sup>18</sup> CREATIVE WRITER . Microsoft, distribuído por LaSoft.

<sup>19</sup> Cabri-géomète Versão 1.0 para MS-DOS. Distribuído pela Texas.

<sup>20</sup> Investigando Textos com Sherlock. Software desenvolvido por David Carraher. Edições Senac,SP.

<sup>21</sup> Fine Artist, Microsoft, distribuído por LaSoft.

A informática como recurso para a aprendizagem é algo que vem ganhando espaço na escola privada, pública, consultórios, projetos como o que foi descrito há pouco. Tivemos a oportunidade de ver o uso desta ferramenta em alguns espaços diversificados. O computador, segundo Valente (1993), pode ser introduzido na escola para atender a diversas finalidades, que pensamos não serem mutuamente exclusivas, tais como: a) modismo, porque em alguns lugares mais adiantados ele é usado; b) porque faz parte da nossa vida, um argumento que levaram algumas escolas a introduzi-lo como disciplina curricular; c) como meio didático tal qual o vídeo ou retroprojeter; d) motivar e despertar a curiosidade do aluno; e) desenvolver o raciocínio ou possibilitar situações de resolução de problemas que para ele *é a razão mais nobre e irrefutável do uso do computador na educação* (Valente,1993:28) .

Pensamos que o uso do computador como qualquer outro recurso passível de ser usado no meio educacional deveria estar subordinado a uma abordagem que privilegiasse uma conceituação de aprendizagem baseada nas pesquisas sobre desenvolvimento. A verdadeira mudança do paradigma educacional não acontecerá pelo uso desta ou daquela ferramenta, e o professor continuará sendo uma figura determinante em tal processo. Por isso, não queremos julgar este ou aquele trabalho como ruim ou bom, nem tampouco ditar receitas para o uso do computador em sala de aula. Pensamos ser importante que cada professor, cada estabelecimento, construa sua prática como construímos nossa história de vida, com erros e acertos, mas que não esqueçamos nunca de refletir sobre esta mesma prática, nem de tentar trazer para a escola os estudos sobre educação e psicologia do desenvolvimento. É com este pensamento que realizamos reflexões sobre alguns pontos desta pesquisa.

Um bom trabalho de informática educativa não precisa necessariamente de computadores de última geração. É claro que poder ter acesso a equipamentos mais modernos torna-se essencial para utilizar recursos de multimídia e rodar os *softwares* disponíveis no mercado. Acreditamos, assim, que, embora não seja essencial, é desejável que os estabelecimentos possam dispor de equipamentos com uma configuração mínima atualizada, multimídia e possibilidade de acesso a Internet.

Os equipamentos existentes nos laboratórios são suficientes para o atendimento em duplas durante o período de uma sessão semanal. Este, pela experiência dos profissionais envolvidos, é um tempo muito curto para a atingir os objetivos específicos a que se propõem.

Qual o tempo ideal para o trabalho com informática nas escolas? A respeito deste tema, Cysneiros desenvolveu, na cidade de Recife, uma pesquisa na qual os resultados apontavam para o seguinte resultado: *com 3 horas semanais de atividades com computadores (alunos ativos no contexto de pequenos grupos, em ambiente confortável), pode ter qualitativamente muito mais impacto do que períodos de tempo maiores na situação precária de aula comum.* (Cysneiros &URT, 1995). Supomos que esta é uma boa questão para investigarmos de maneira experimental.

Podemos afirmar que a escola A, que tem referencial epistemológico baseado no construtivismo, preocupa-se em usar *softwares* abertos que dão oportunidade de criação ou programação. A escola B usa um leque mais diversificado e possui aplicativos abertos, outros do tipo exercício e prática nas aulas de inglês e jogos com finalidade educativa para matemática de pré-escola. O Projeto com Meninos de Rua possui acervo de aplicativos também composto de programas mais abertos e do tipo exercício e prática, sendo que possui menos diversidade e equipamentos bastante inferiores. No entanto, não é a escolha por *software* que apresenta possibilidade de respostas abertas ou fechadas - que determinará o seu uso dentro de um referencial que estimule a criação e a inventividade, conforme já tivemos a oportunidade de nos referir neste texto. A concepção epistemológica e a criatividade do professor é que darão a direção para um melhor aproveitamento destes recursos técnicos.

A acreditamos que o trabalho em dupla, como é amplamente defendido na área, é plenamente acertado. As próprias crianças situam este momento como um momento bom, porque podem partilhar, discutir o que muitas vezes, não podem fazer nas salas de aula, pois, em ambos os colégio, as aulas são expositivas e estritamente tradicionais.

Na observação que realizamos no laboratório da escola A, a intervenção do professor especialista com os seus alunos se limitava ao esclarecimento de dúvidas, e não havia em sua postura nenhum comportamento que induzisse os alunos à reflexão e à descoberta. A escola B e PMR não falam em referencial construtivista e, por isso mesmo, a postura dos interventores é provavelmente coerente com suas propostas tradicionais de ensino. Queremos enfatizar um procedimento da "rodinha", bastante observado na escola B e no PMR, que consideramos salutar como princípio de introdução da atividade. No PMR, constatamos também a "rodinha"



no final da aula, quando os monitores avaliavam a aprendizagem das crianças com o objetivo de dar prosseguimento ao trabalho num outro momento, a partir do que eles aprenderam.

Quanto ao conteúdo das aulas de informática, observamos que escola A cria um projeto junto com o professor de determinada disciplina ou enfocando datas comemorativas e o aplica com os alunos. Os recursos do aplicativo em questão serão utilizados dentro do texto. No caso do Logo, utiliza-o geralmente com um fim em si, sem vinculá-lo a outras disciplinas. O procedimento de criar projetos junto com o professor é, em parte interessante, porque a informática está sendo utilizada a serviço da escola, visando a contribuir com a aprendizagem das crianças e não colocando a escola como um meio para se aprender informática. Contudo, a não participação dos alunos na criação destes projetos não é algo muito coerente com um referencial de aprendizagem centrado nas necessidades do estudante.

Na escola B, as crianças têm ampla alfabetização computacional, cujo objetivo parece claro, inclusive quanto a avaliação dos alunos: aprender de modo estruturado e gradativo a manejar *softwares* de edição e Internet. Desse modo, a escola passa a estar a serviço da informática. Entretanto, o computador pode ter função muito mais proveitosa no ensino. Tal metodologia tem se mostrado "chata" para os alunos, e o que é mais gritante, totalmente distante das pesquisas de desenvolvimento e aprendizagem. Os próprios depoimento dos alunos, embora esta não seja uma amostra representativa da população escolar, demonstraram na entrevista o enfado pela rigidez estruturada do programa, que está muito distante de partir das necessidades dos alunos. Aprender CorelDraw pra que? Todo aprendizado é importante, mas precisa estar contextualizado nas necessidades do aprendiz para que possa adquirir significado para este.

A escola B realiza outros tipos de conteúdos nas suas aulas de inglês, por exemplo. Porém, dentro da perspectiva centrada no desenvolvimento infantil e da aprendizagem, realiza seu melhor projeto na área de robótica, quando os alunos, por iniciativa e interesse próprios, propõem projetos nos quais têm profundo interesse. Acreditamos que seria muito importante observar o que esses alunos voluntários e altamente motivados aprendem nas aulas de robótica e comparar com o que aprendem nas aulas tradicionais. Os clubes de informática também são algo muito interessante dentro do contexto do estímulo à autonomia e aprendizado ativo. O

PMR tem proposta direcionada para o reforço da escolaridade normal e, associado a isto, introduz a alfabetização computacional como fator agregado. Procurar pragmaticamente uma abordagem mais centrada no aluno e isto é evidenciado pelo uso que faz da avaliação ao final de cada aula, pois não a utilizam para dar nota, mas para conseguir entender o aprendizado do aluno.

O colégio B demonstrou mais maturidade na construção e estruturação de seu serviço de informática, inclusive possui alguns *softwares* construídos pela própria organização. O amplo uso de equipamentos tecnológicos tem contribuído para alunos e professores sentirem a necessidade de aprender a manejar tais equipamentos e compreenderem sua utilidade em suas práticas pedagógicas. Isso tem contribuído para constituir um ambiente muito rico em estimulação, caracterizando uma verdadeira cultura informática, muito essencial para uma utilização cada vez melhor deste recurso nas disciplinas específicas.

Pensamos que escolas que possuem o próprio serviço, sem "terceirização", caminham com "suas próprias pernas" e por isso mesmo têm interesse que seus professores dominem a tecnologia. O espaço do laboratório que está disponível para o professor também é um importante incentivo neste sentido. A "terceirização" deste tipo de serviço contribui para a fragmentação entre a informática e as disciplinas, porque colabora para que o professor não domine o uso desta tecnologia, que pode ser uma importante ferramenta de apoio pedagógico. Muito pelo contrário, embora não afirme, para subsistência de serviços desse tipo, é desejável que a escola continue a depender da empresa e que os professores continuem distantes de tal processo.

O usuário crítico tem sido bastante enfatizado pela proposta das escolas. Pelas respostas das crianças entrevistadas, pensamos que, de certa forma, este objetivo vem sendo atingido. É bastante importante, no entanto, que as escolas aprendam a ouvir este usuário crítico que ela está contribuindo para formar. Isto pode ajudá-la a adequar-se mais e mais às necessidades do aprendiz e com isso conectar-se à psicologia do desenvolvimento. É muito importante que a escola passe a levar em consideração as pesquisas educacionais, a fim de que possa tornar o ensino menos baseado só no senso comum.

As feiras para exposição e valorização das produções dos estudantes funcionam como excelente recurso, mas devem privilegiar não apenas os melhores trabalhos. Precisam dar oportunidade a todos aqueles que desejarem inscrever-se. A escola deve sempre preocupar-se com os alunos que não são destaques e ter muito cuidado para não reforçar sentimentos negativos da criança em relação à auto-estima.

Respeitar o desenvolvimento cognitivo é algo muito amplo e pode dar-se em vários níveis. Acreditamos que na escolha do *software* isso ocorre, sem dúvida alguma. Mas, na mediação realizada pelo professor entre o programa e o aluno, observamos que isso não ocorre, porque não registramos em nossas observações nenhum tipo de intervenção que levasse em conta o nível do aluno e o fizesse avançar no seu processo.

Há pesquisas diversas, demonstrando como o computador tem ajudado as crianças com dificuldades de aprendizagem. Pelas suas propriedades de integrar som, imagem e interatividade, exerce fascínio sobre as pessoas de um modo geral e desperta motivação, atenção, concentração. A psicóloga tem chegado a questionar se realmente existe “dificuldade de aprendizagem” com uma origem numa incapacidade da criança ou se o problema se concentra realmente na falta de motivação estas apresentam, provavelmente por ineficiência metodológica da escola ou falta de estimulação familiar.

O computador também facilita muito, por sua possibilidade de concretizar estruturas formais, como por exemplo, um aluno pode com o *Cabri-géomètre* visualizar importantes propriedades matemáticas, arrastando figuras. Isso permite que ele, literalmente, através de simulações, possa brincar com situações antes abstratas. Lolline (1991) descreveu outro ganho que tais crianças podem conseguir com o uso desta ferramenta, que parece ser muito útil para melhorar a auto-estima. Os garotos, ao verem o resultado estético de suas produções, sentem-se mais capazes e motivados para produzir mais.

Estas considerações nos permitiram constatar que os computadores na escola têm contribuído para estimular os rudimentos de uma alfabetização informática e que seu uso como ferramenta capaz de desenvolver o raciocínio, como propôs Papert, ainda deixa muito a desejar.

A importância desta pesquisa-piloto para este estudo deveu-se, ainda, à oportunidade de entrevistar as crianças e confirmar sobre a relevância de ouvi-las acerca do que pensam sobre a informática educativa e seus próprios processos de aprendizagem; também para reavivar a pergunta de como efetivamente os computadores podem contribuir para desenvolver as estruturas mentais.

É neste aspecto que se localiza o objeto desta pesquisa: pode realmente através de um *software* haver desenvolvimento das estruturas mentais da criança? Que tipo de estruturas? Como podemos concluir que houve este desenvolvimento? Como efetivamente se dá essa relação computador e processos de aprendizagem? Que diferencial este tipo de ensino pode trazer para a aprendizagem? A busca de respostas para estas perguntas será o tema da "Aventura" Epistemológica com o Cabri-géomètre, cuja descrição ocorrerá no próximo capítulo.

## CAPÍTULO 2

### A "AVENTURA" COM O *CABRI-GÉOMÈTRE*: DESCRIÇÃO E COMENTÁRIOS

Esta aventura foi empreendida com a intenção de compreender como as crianças construíam seu conhecimento através de uma estimulação ativa com um *software* educativo. Para isto, suas respostas aos desafios propostos através deste aplicativo foram analisadas e estudadas à luz de alguns autores, principalmente Piaget e Vygotsky.

Neste capítulo, descreveremos esta "aventura" na qual "embarcamos" juntamente com treze estudantes de uma escola pública de Fortaleza. A área do conhecimento que trabalhamos foi a geometria euclidiana, da qual selecionamos um conteúdo compatível com o nível de escolaridade das crianças, 6.<sup>a</sup> série, e uma metodologia para aplicá-lo. Este trabalho foi realizado de maneira sistemática durante os meses de outubro e novembro de 1997. Os alunos foram subdivididos em dois grupos. Eles compareceram à Sala de Multimeios, que foi criada com recursos da CAPES, dentro do projeto PROIN, na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, por duas vezes semanais durante um tempo de uma hora e trinta minutos cada grupo. Tivemos ao todo 16 sessões, com um período de 3 horas de trabalho semanal com cada grupo. Para selecionar este tempo, tivemos como suporte uma pesquisa desenvolvida por Cysneiros & URT (1995), em uma escola pública do Recife. Eles concluíram neste estudo que os estudantes (que participaram do experimento, em que tinham três horas semanais de ensino assistido por computador num contexto de aprendizado ativo), tinham um aproveitamento qualitativo muito melhor do que em situações precárias de sala de aula comum.

No início e final da intervenção, os alunos foram submetidos a duas questões-problemas principais, cujos resultados tinham a intenção de servir como parâmetros de comparação do desempenho dos garotos antes e ao final da experiência. Estas questões foram denominadas respectivamente "Questão da Ponte" e dos "Vinte e Três Reais". Outras

questões-problema foram trabalhadas com elementos do processo, mas não serão enfocadas neste trabalho, pois seus resultados se refletem através destas duas questões já mencionadas. Na décima sessão, a "Questão do poste de Iluminação" que possuía uma formulação diferente da questão da ponte, mas solicitava um raciocínio similar para sua resolução, foi apresentada aos estudantes, a fim de verificar a aprendizagem dos alunos em relação ao campo conceitual trabalhado.

A escolha do aplicativo utilizado, de nome *Cabri-géomètre*, deveu-se as suas amplas qualidades e credibilidade, bastante reconhecidas no meio acadêmico através das crescentes publicações sobre o mesmo. Contudo, nosso objetivo não era propriamente trabalhar a matemática ou os conceitos geométricos, mas observar como a criança, em interação com este *software*, construiria seu aprendizado, qual o principal diferencial para este ensino assistido por computador e quais os processos cognitivos envolvidos neste tipo de atividade que o aplicativo poderia contribuir para desenvolver. Posteriormente, descreveremos o *Cabri-géomètre*, suas principais características e qual a diferença básica entre ele e o ambiente clássico de papel e caneta.

### **2.1. A Aventura - o processo de intervenção: seus objetivos e método**

O processo de intervenção foi estruturado para observar, em uma situação relativamente controlada:

- a) o que as crianças aprendiam com o *Cabri-géomètre*;
- b) que diferencial este tipo de aprendizagem poderia ter para seu desenvolvimento cognitivo;
- c) qual a diferença essencial entre a aprendizagem das crianças designadas como fortes e fracas;
- d) observar como a aprendizagem adquirida com o aplicativo em questão poderia generalizar-se como uma ferramenta capaz de ser utilizada na resolução de problemas e se, de algum modo, após todas as aulas, tal aprendizagem poderia repercutir no pensamento lógico-matemático dos estudantes.

A seguir, apresentaremos um perfil do grupo de estudantes, a sua composição familiar, seus gostos e preferências de lazer. Tínhamos a consciência de ter ali uma pessoa inteira e não um sujeito cognitivo do qual simplesmente seriam extraídas respostas para posterior análise. Este procedimento foi de bastante relevância para a estruturação das sessões, pois sabíamos que ali também estava alguém que possuía uma história de vida repleta de interações sociais, afetivas, culturais, genéticas. Pudemos perceber, na análise dos resultados, o quanto essas variáveis refletem sobre o desempenho do “sujeito cognitivo”. A história de vida foi composta em entrevistas individuais nas sessões iniciais. De fundamental importância, também, foi a visita a escola, onde assistimos juntos com o grupo, a uma aula de geometria e pudemos conhecer um pouco do seu cotidiano escolar. Adotamos nomes fictícios para todos os participantes.

#### 2.1.1. O grupo: composição e caracterização

Os estudantes que participaram da pesquisa procederam da escola pública do sistema de telensino, no qual as aulas são emitidas diariamente através da TV. A experiência de Telensino para primeiro grau maior teve início no Ceará, em 1974, através da TV Educativa. Sinteticamente, a estrutura do sistema é formada por um grupo de *professores produtores* que produzem do planejamento, avaliação até as emissões; supervisores e orientadores de aprendizagem. Segundo Campos (1983:57), o difusor da proposta neste Estado, o orientador de aprendizagem *é o profissional que orienta, dinamiza e acompanha a aprendizagem na recepção*. Após cada emissão, com duração de cerca de quinze minutos, ele terá cinquenta minutos para fazer a "percepção", quando observa o que os alunos captaram a partir do que foi emitido e solicita que eles respondam os exercícios que constam nos manuais.

Voltando ao nosso estudo, solicitamos ao orientador de aprendizagem que indicasse alunos mais fortes e mais fracos para compor o grupo. A diversidade do grupo de crianças “fortes e fracas” selecionadas a partir do critério do professor, consistiu na adoção de uma postura metodológica de inspiração “walloniana”, que acha que a elucidação de diferenças para a compreensão de um fenômeno pode tornar mais claros processos antes desapercibidos

Um dos critérios essenciais para fazer parte do grupo era que os alunos cursassem a 6.<sup>a</sup> série e tivessem idade compreendida entre 11 e 14 anos. O conteúdo da geometria euclidiana começa a ser trabalhado na 5.<sup>a</sup> série de maneira muito incipiente, sendo que na 6.<sup>a</sup>

série ele se torna um pouco mais extenso e esta foi uma das razões que nos levou a escolher crianças desta série e desta faixa etária. Muitos alunos ficaram bastante interessados em participar da pesquisa, porque eles estavam muito curiosos em relação ao computador. Infelizmente, tivemos que restringir a participação deles em razão do tamanho da amostra e do critério da idade.

Ao final, formamos um grupo de treze estudantes, amostra um pouco maior do que a que prevíamos (dez estudantes). Quisemos nos assegurar quanto a eventuais perdas, o que poderia comprometer a qualidade da pesquisa, devido a possível desistência de alguns membros do grupo, fato que felizmente não veio a ocorrer. A seguir, apresentaremos um quadro com a distribuição das crianças por sexo e por idade:

| <b>Masculino</b> | <b>Feminino</b> | <b>Idade</b> |
|------------------|-----------------|--------------|
| 1                | -               | 11 a 12      |
| 2                | 2               | 12 a 13      |
| 2                | 6               | 13 a 14      |
| <b>Total 5</b>   | <b>8</b>        | <b>13</b>    |

Tabela 1. Distribuição por sexo e idade.

Os estudantes trabalharam de modo individual, mas podiam compartilhar ou pedir ajuda aos demais colegas. Esta opção metodológica foi uma tentativa de acompanhar as estratégias que os garotos usavam para resolver problemas propostos de modo mais individualizado e uma maneira de otimizar o tempo que passaríamos trabalhando.

A equipe de trabalho era formada pela pesquisadora mais três bolsistas do curso de pedagogia dos programas do PET e PIBIC. Um deles tinha como missão filmar as sessões, que foram posteriormente transcritas e as outras, ajudarem a acompanhar os processos dos alunos.

A frequência das crianças foi muito boa, pois a maioria compareceu com regularidade :

- 5 crianças não faltaram a nenhuma sessão;



- 4 - uma;
- 2 - duas;
- 1 - quatro ;
- 1 - cinco .

#### 2.1.2. Biografias - uma tentativa de contextualização

Em entrevista com cada uma das crianças, procuramos compreender um pouco de sua história pessoal, com relação à vida familiar, gostos, preferências, lazer, dificuldades e sucessos na escola, rotina diária e expectativas quanto ao curso. Apresentaremos, a seguir, uma síntese do perfil do grupo, para que fique mais evidente a que tipo de estimulações estas crianças estão expostas no dia-a-dia. Mostraremos um pouco dessa história através de tabelas. Estas tabelas contêm informações relativas aos pais, a vida escolar dos alunos, o tipo essencial de lazer e contatos anteriores com tecnologias digitais.

##### 2.1.2.1. Informações relativas aos pais

Em entrevistas realizadas individualmente com as crianças, interrogamos sobre a escolaridade dos pais, a profissão, um pouco da organização familiar em termos de quantos irmãos eles tinham, com quem moravam, e estado civil dos pais. Pudemos perceber que os pais, em sua maioria, não haviam completado o 1<sup>o</sup> grau e que apenas um havia concluído um curso de nível superior. Esses dados foram muito importantes para compreender um pouco a respeito do contexto familiar e sociocultural destes garotos. Eles serão apresentados na tabela número 2.

Ane, filha de mãe solteira, morava com uma tia numa situação não muito confortável para ela. A menina faltou a cinco sessões e alegou como desculpa problemas com a mesma. Ela nasceu em São Paulo e morou lá até seus dez anos, mais ou menos. Maria também morou em São Paulo e sua mãe é irmã da vice-diretora do colégio em que estuda, e é filha caçula. A mãe de Ciça era sempre muito cuidadosa e na maioria das vezes a acompanhava no percurso de casa à Universidade e vice-versa. Deby mora com os avós e considera-os como pais. Esse perfil familiar pareceu refletir muito na aprendizagem das crianças através da auto-estima, equilíbrio emocional. Poderemos, também, observar nos resultados uma estreita correlação das

duas crianças que tiveram mais destaque durante todo o processo da intervenção e a profissão dos pais.

| Nome     | Escolaridade |           | Trabalho     |               | Irmãos | Estado Civil | Mora com |
|----------|--------------|-----------|--------------|---------------|--------|--------------|----------|
|          | Aluno        | Pai       | Mãe          | Pai           |        |              |          |
| Vinícius | 1.º grau     | 5.ª série | s. emprego   | Bibliotecária | 2      | Casada       | Pais     |
| Luísa    | 3.ª série    | 3.ª série | falecido     | s. emprego    | 1      | Viúva        | Mãe      |
| Ramon    | não sabe     | não sabe  | falecido     | costureira    | 2      | Viúva        | Mãe      |
| Ane      | não sabe     | não sabe  | desconhecido | s. emprego    | 0      | Solteira     | Tia      |
| Ciça     | não sabe     | não sabe  | pedreiro     | manicura      | 2      | Casados      | Pais     |
| Maria    | não sabe     | não sabe  | vendedor     | d. de casa    | 4      | Casados      | Pais     |
| Chico    | 4.ª série    | não sabe  | carpinteiro  | d. de casa    | 4      | Casados      | Pais     |
| Eveline  | 4.ª série    | 8.ª série | contínuo     | d. de casa    | 2      | Casados      | Pais     |
| Lia      | não sabe     | 4.ª série | enfermeiro*  | bordadeira    | 2      | Casados      | Pais     |
| Deby     | 2.ª série    | não sabe  | soldador*    | d. de casa    | 3      | Casados      | Avós     |
| Carlos   | 6.ª série    | 6.ª série | comerciante  | d. de casa    | 3      | Casados      | Pais     |
| Anderson | não sabe     | 4.ª série | mecânico     | vendedora     | 2      | Separados    | Mãe      |
| Fred     | superior*    | não sabe  | s. emprego   | cozinheira    | 1      | Separando    | Pais     |

Tabela 2. Informações relativas aos pais.

\*O pai que possui curso superior é formado em pedagogia e administração. O soldador e auxiliar de enfermagem já estão aposentados.

#### 2.1.2.1 Informações relativas a vida escolar

Na tabela número 3, mostraremos uma síntese das informações que colhemos a respeito da vida escolar dos alunos: em que série começaram a estudar, as disciplinas que preferiam e as que tinham mais dificuldades, o gosto pela leitura, repetência e que noções já poderiam ter adquirido sobre geometria.

Investigando a relação dessas crianças com os conteúdos escolares, procuramos pesquisar suas dificuldades e facilidades em relação a estas disciplinas. Procuramos, também, compreender qual o conceito que tinham em relação a matemática, que para eles está muito

associado a fazer contas. A maioria se acha muito ruim nas contas. Pensam também que matemática é muito útil para arrumar um emprego bom e o que possibilita isto é saber bem as quatro operações. Ramon chegou mesmo a afirmar que ela é necessária para se ter um futuro melhor. Vinícius adora matemática e se acha muito inteligente, mas Ane acha que esta disciplina é muito difícil de entender. Maria, também, porque não gosta de pensar: *tem que gastar lápis, papel e borracha, não adianta só pensar*, disse, tentando explicar que valoriza mais o esforço com as outras disciplinas do que gastar menos papel e lápis resolvendo problemas de matemática.

| Nome     | Início Escolar | Não gosta da disciplina | Gosta da disciplina | Conhece geometria | Repetiu ano | Gosta de ler |
|----------|----------------|-------------------------|---------------------|-------------------|-------------|--------------|
| Vinícius | Jardim I       | Matemática              | Mat. e port.        | Não               | Não         | Sim          |
| Luísa    | Maternal       | Matemática              | História Português  | Não               | Não         | Sim          |
| Ramon    | Jardim I       | Matemática              | Português           | Não               | Sim         | Sim          |
| Ane      | Jardim I       | Matemática              | Port. e cien.       | Não               | Não         | Sim          |
| Ciça     | Jardim I       | Mat., hist. e geografia | Português           | Sim               | Sim         | Sim          |
| Maria    | Maternal       |                         |                     |                   |             |              |
| Chico    | Jardim         | Matemática              | Cien./port/história | Não               | Sim         | Sim          |
| Eveline  | Jardim         | Matemática              | Port/hist/Ciências  | Sim               | Não         | Sim          |
| Lia      | Jardim         | Port./Matem             | C Ciências          | Não               | Sim         | Sim          |
| Deby     | Jardim         | Matemática              | Português/história  | Não               | Não         | Sim          |
| Carlos   | Jardim         | Matemática              | Português           | Não               | Sim         | Sim          |
| Anderson | Maternal       | Matemática              | Ciências            | Não               | Sim         | Sim          |
| Fred     | Jardim         | Nenhuma                 | Matemática          | Não               | Não         | Sim          |

Tabela 3. Informações relativas a vida escolar dos estudantes.

- As pessoas que repetiram de ano o fizeram somente uma vez na 4<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> ou 6.<sup>a</sup> série.

Pesquisamos, também, sobre o que conheciam a respeito de geometria. Alguns haviam escutado falar dessa disciplina na 5<sup>a</sup> série, mas não tinham nem idéia do que era nem para que servia. Ciça achava que geometria tinha alguma coisa relacionada com ângulos, triângulos, mas também não entendia a sua utilidade.

A respeito do interesse por leitura, todos disseram que adoravam ler e liam os textos do colégio e leituras que variam segundo os interesses de cada um, como: historinhas, revistinhas infantis da Mônica e de ação para os meninos, romances e revistas em quadrinhos para as outras garotas que já eram mais adolescentes e também mais românticas. O interessante é que, quando perguntamos sobre a rotina diária de cada um: *O que você faz desde que acorda até o momento de deitar?*, eles não mencionavam em suas respostas o tempo que reservavam para o estudo ou leitura, dando a entender que estas eram assistemáticas.

Os pais também lêem pouco. Ciça disse que os seus não lêem nada, os de Vinícius, a bíblia, porém é interessante ressaltar que sua mãe trabalhava em um biblioteca e sempre trazia livros para ele e os irmãos lerem. A mãe de Ramon, também, adotava a bíblia como sua leitura exclusiva e lia para os filhos, e Anne disse que sua mãe não lia, mas seus primos sim: revistinhas e historinhas infantis.

### 2.1.2.3 Lazer e contato com tecnologias digitais

Mostraremos nesta próxima tabela as preferências dos alunos e de sua família com relação a lazer. Também os resultados da investigação a respeito do contato que os alunos já puderam ter com computadores e jogos eletrônicos.

| Nome     | Divertimentos     |                | Jogos eletrônicos |          | Computador |         |
|----------|-------------------|----------------|-------------------|----------|------------|---------|
|          | Aluno             | Família        | Já usou           | Aonde    | Já usou    | Aonde   |
| Vinícius | Clube/praias      | Praia          | Não               | -        | Não        | -       |
| Luísa    | Praia/festa       | Dançar         | Não               | -        | Não        | -       |
| Ramon    | Festas/forró      | Vídeo-game     | Sim               | casa     | Não        | -       |
| Ane      | Ir para avó       | Bicicleta      | Não               | -        | Sim        | Casa    |
| Ciça     | -                 | Bicicleta/bola | Sim               | vizinha  | Sim        | Colégio |
| Maria    | Ver TV/praias     | TV/praias      | Não               | -        | Não        | -       |
| Chico    | Não tem           | Maranguape     | Sim               | Locadora | Não        | -       |
| Eveline  | Festas familiares | Vídeo-game     | Sim               | Locadora | Não        | -       |
| Lia      | Praia             | Cinema         | Sim               | Primos   | Não        | -       |
| Deby     | Ir p/ Aracati     | Praia          | Sim               | Casa     | Não        | -       |
| Carlos   | Não saem          | Jogar bola     | Sim               | Casa     | Não        | -       |

|          |       |                  |     |         |     |       |
|----------|-------|------------------|-----|---------|-----|-------|
| Anderson | Praia | Bares funk/praia | Sim | Vizinha | Não | -     |
| Fred     | Praia | Praia            | Sim | Casa    | Sim | Primo |

Tabela 4. Informações sobre lazer e contato com tecnologias digitais.

Ciça usou computador em uma escola particular. Estudou um ano nesse colégio, onde estava aprendendo Windows. Fred também estava aprendendo Windows com um primo. Vinícius tinha computador em sua casa e já sabia jogar, gravar e desgravar disquetes. A expectativa de quase todos era de aprender a usar um pouco o computador e um pouco mais sobre matemática.

#### 2.1.2.5. *Mais algumas observações sobre o grupo*

Boa parte das crianças, apesar das dificuldade financeiras, andavam bem vestidas e tinham muito boa aparência física quanto a higiene e vestimentas. Alguns tinham a aparência mais sofrida daqueles que não tiveram uma infância com suas necessidades essenciais supridas. No primeiro contato, a entrevista com Ane foi muito formal e a garota não foi muito espontânea para responder. Chico era um menino muito tenso e teve muitas dificuldades de responder a entrevista. Vinícius explorou praticamente todo o arquivo de jogos, procurando conhecê-lo. Demonstrou desenvoltura no manejo do computador e programas. Ficou muito à vontade com as monitoras, conversando, solicitando, respondendo. Ao final, perguntou se podia trazer um disquete para gravar o jogo de nome Daves. As meninas, com exceção de Ciça, que parecia ser mais protegida pelos pais e sofria de asma, já demonstravam interesses muito evidentes pelo sexo oposto. Luísa, especialmente, destacava-se das outras devido no cuidado com a aparência, unhas sempre feitas com cores "super atuais" e roupas da última moda. Sexualidade muito evidenciada. A mãe era locadora de bingo e cantora. Sua irmã era radialista. Sua vida era de festas e clubes aos fins de semana. Anderson já andava em bares e tinha preferência por festas com música estilo *funk*.

#### 2.1.2.5. *Visita à escola*

A primeira visita à escola foi no mês de setembro, quando conversamos com a diretora e orientadoras de aprendizagem e tivemos contatos com os pais a fim de selecionar as crianças. No dia dois de dezembro de 1997 voltamos, novamente à escola para observar uma aula de matemática, que era transmitida através da televisão. Havíamos combinado com a

orientadora de aprendizagem que estaríamos na escola neste dia. Chegamos no horário combinado ela ainda não havia chegado. Começou a passar do horário em que iria acontecer a emissão e a orientadora de aprendizagem não aparecia. Fomos procurá-la, pois sabíamos que estava no colégio. Disse-nos que haviam levado o televisor de sua sala para o concerto, mas os meninos também poderiam assistir na sala vizinha que também era de 6.<sup>a</sup> série. A orientadora da sala vizinha também não estava, o televisor estava fechado e as crianças disseram que raramente havia a primeira aula. Enfim, após encontrar a orientadora, pudemos começar a observação da aula propriamente dita. Era uma aula de geometria, cuja metade da emissão já havia passado. A emissão era sobre ângulos congruentes e proporcionalidade entre seus lados. Pediam para fazer cálculos e encontrar medidas de lados adjacentes a ângulos congruentes. Foi uma explicação que não ficou clara para ninguém. Os meninos, uns atentos e outros não, estavam aglutinados na sala: uns em pé e outros sentados, pois com as duas turmas juntas não havia cadeiras suficientes para todo mundo.

Terminada a emissão, os meninos da outra sala saíram e a orientadora solicitou aos seus alunos que se reunissem em grupos para resolverem o caderno de atividades. Nem uma explicação foi dada a respeito do assunto, porque também não é função da orientadora de aprendizagem dar explicações. Depois ela saiu da sala. Sentamo-nos no grupo, junto com algumas crianças que haviam participado da pesquisa e outras que não haviam. A partir do que pudemos observar, ninguém entendeu nada e a orientadora, antes de sair, disse que se tivessem dúvidas olhassem o manual.

Não foi muito agradável constatar que ninguém havia entendido nada e também não havia ninguém que pudesse tirar dúvidas. O grupo nos solicitou ajuda e recorremos ao manual para poder explicar. Os garotos não sabiam sequer o que significava a palavra proporcional e alguns sequer sabiam fazer regra de três simples e efetuar com precisão as operações de multiplicar e dividir. A explicação no manual não era muito clara e os meninos não conseguiam entendê-la. Enfim, havia alguns conhecimentos que eram pré-requisitos para a compreensão do assunto e que os garotos não dominavam. Não houve, neste assunto, diferença significativa entre o desempenho dos meninos que participaram da pesquisa e os que não participaram.

Esta visita foi muito importante para que pudéssemos compor o cenário da vida destes estudantes que, além de passarem por muitos problemas de ordem financeira, também estavam submetidos a um contexto escolar muito pobre quanto a instrução.

### 2.1.3. A seqüência didática e metodologia de aplicação

Através de uma pesquisa aos livros de matemática de 5.<sup>a</sup> e 6.<sup>a</sup> séries, procuramos adequar os conteúdos requeridos na questão que propusemos para efetuar a análise das respostas das crianças (Questão da Ponte) a conteúdos intermediários entre estas duas séries. Não trabalhamos estritamente com o programa de 6.<sup>a</sup> série porque sabíamos que os alunos ainda não haviam trabalhado geometria este ano e imaginávamos que já houvessem esquecido a geometria ensinada no ano anterior. A suposição foi confirmada nas entrevistas com o grupo. Os conteúdos de geometria escolhidos para serem usados na intervenção foram :

- ponto/reta/semi-reta/segmento;
- classificação de figuras(triângulo, quadrilátero, polígono, polígono regular e círculo);
- ponto médio;
- mediana;
- mediatriz de segmento;
- medida de ângulo;
- perpendicular;
- paralela ;
- simetria;
- soma dos ângulos internos do triângulo.

Esta seleção também levou em consideração a noção do campo conceitual necessário para a resolução da questão da ponte. A noção de campo conceitual foi desenvolvida por Vergnaud (1996:11), com o objetivo de *tentar melhor compreender os problemas de desenvolvimento específico no interior de um mesmo campo de conhecimento*. Vergnaud é psicólogo e trabalha com didática da matemática. Sua teoria dos campos conceituais baseia-se numa tentativa de complementaridade entre os trabalhos de Piaget e Vygotsky. Do primeiro, ele adota a concepção de desenvolvimento, e do segundo, a de linguagem e de suas formas

simbólicas. Ao observar a criança resolver um problema, ele diz que tanto as estruturas lógicas subjacentes à ação como os aspectos culturais e sociais da linguagem influenciam. Mas a resolução comporta, não só, problemas de entendimento lingüístico, mas também uma representação matemática da relação. Atestou assim a complexidade da relação pensamento e linguagem e, sem negar a importante contribuição de Vygotsky, reafirmou a visão piagetiana a respeito da lógica matemática subjacente à ação.

Ao trabalharmos a questão dos vinte e três reais, ficou muito claro, na maioria dos casos, que a dificuldade de resolução não consistia estritamente no entendimento lingüístico e sim de uma adequada representação conceitual matemática das diversas operações aí existentes. Isso será melhor explicitado a seguir. Contudo, a teoria dos campos conceituais nos foi muito útil na organização e indicação do conteúdo do conhecimento necessário à compreensão de uma estratégia para a construção da ponte.

De acordo com os conteúdos, estruturamos uma seqüência didática que objetivava desenvolvê-los num contexto de desafio, dando aos alunos a oportunidade de compreender e construir os próprios enunciados conceituais. Em sessões seguidas, propusemos problemas onde eles tinham que usar o que haviam supostamente aprendido, com a finalidade de verificar seus processos de generalização.



Figura 5

O uso de um *software* educativo, mesmo dos bem conceituados pelos profissionais de educação e áreas afins, necessita de boa metodologia para sua aplicação; alguém que o domine tecnicamente, saiba associá-lo aos conteúdos programáticos e saiba propor com ele questões que instiguem o raciocínio e a reflexão. Buscamos, assim, através da integração desses fatores, elaborar uma seqüência didática, na qual sugerimos atividades para que os conceitos matemáticos fossem postos de modo desafiante, de maneira a instigar a reflexão e o raciocínio.

Queremos ressaltar, ainda, que esta seqüência didática (planejada na ordem em que foram apresentados os conteúdos trabalhados nas páginas 79) não era rígida e, embora



buscasse contemplar o conteúdo a ser trabalhado, poderia modificar-se para amoldar-se às necessidades do grupo, através de uma retroalimentação contínua.

Tivemos, também, a preocupação de tornar as sessões interessantes e agradáveis. Para que não ficassem muito densas, determinamos que os alunos teriam um tempo livre de 15 a 20 minutos quando podiam explorar outros jogos que disponibilizamos para eles no computador. Estes iam de simples jogos que envolviam coordenação motora, como Sky<sup>22</sup> (que achamos muito bom para ajudar a coordenar os movimentos com o mouse), a jogos de ação e educativos, como tabuadas, Torre de Hanói<sup>23</sup>, Box World, entre outros.



Figura 6. Laboratório da FACED e dois dos alunos que participaram da pesquisa

Inicialmente, os garotos preferiram os jogos de ação e as garotas os que exigiam mais concentração, como memória etc. Mas, ao final, os jogos preferidos de, sem distinção de sexo, eram jogos tipo Daves<sup>24</sup>, isto é, jogos de ação.

Houve investimento na relação interpessoal e sempre eram abordados outros pontos pessoais nas conversas, brincadeiras, enfim uma tentativa de deixá-los à vontade e de criar

<sup>22</sup> Sky Free, by Chris Pirin. Copyright 1991. Microsoft.

<sup>23</sup> The Tower from Hanoi.

<sup>24</sup> Dangerous Dave. By John Romero. Softdish. Copyright 1991.

uma clima de descontração. Havia um tempo em que lanchávamos juntos (o programa de pós-graduação da FACED da Universidade Federal do Ceará forneceu lanche e transporte para o grupo).

Após cada sessão, os estudantes respondiam a um pequeno questionário, onde escrevimos o que haviam aprendido, do que tinham gostado, o que não tinham gostado e como gostariam que este trabalho fosse realizado. De forma oral ou por escrito, podiam situar suas questões e críticas. Esses *feedbacks*, além de outros obtidos através das respostas deles aos desafios e questões-problemas, foram muito essenciais na orientação da nossa prática.

#### 2.1.4. O *Cabri-géomètre*

O *Cabri-géomètre* é um aplicativo de origem francesa que tem como objetivo trabalhar a geometria elementar. Possui interface simples e adequada ao uso infantil. É um programa que é o centro de um importante projeto do Instituto de Informática e Matemática Aplicada de Grenoble (IMAG), reunindo pesquisadores da Universidade de Joseph Fourier (Grenoble 1) na França e professores do segundo grau; vem sendo amplamente usado para trabalhar matemática com as crianças.

O *Cabri-géomètre* foi criado Jean Marie Laborde e Frank Bellemein. Começou a ser desenvolvido em 1981. Inicialmente foi desenvolvido para a versão 3.1 do MS-DOS, para Machintosh e também já existe a nova versão para Windows. Além de ser encontrado em francês, também já existem traduções para o inglês, alemão, italiano e espanhol<sup>25</sup>. Este *software* pode ser caracterizado como um micro-mundo, ou seja, através dos recursos que disponibiliza ao usuário, reproduz todo um universo relacionado a um tema específico. O universo aqui disposto é o da geometria elementar, que é dotado de recursos interativos que permitem aos alunos explorá-lo e descobrir suas propriedades. Com este aplicativo, também, pode-se trabalhar com uma geometria descritiva e hiperbólica mais avançada.

Podemos citar como principais recursos do *Cabri-géomètre*<sup>26</sup>:

<sup>25</sup> Trabalhamos com a versão em espanhol do Cabri II para MS-DOS.

<sup>26</sup> As informações sobre descrição das principais funções do *Cabri-géomètre* foram coletadas no Manual do Cabri-géomère II, Manual para Macintosh y MS-DOS, produzido por Texas Instruments, em espanhol.

- as figuras podem ser descritas por ação e por uma linguagem próxima a que se usa com papel e caneta;
- as figuras podem ser arrastadas e conservar as mesmas propriedades;
- possui animação múltipla;
- permite construir muitas figuras da geometria (figuras primitivas), como polígonos, retas círculos...
- essas figuras primitivas permitem que se façam macro-construções, colocando diversas figuras em relação umas com as outras;
- possui histórico, ou seja, pode reconstituir as etapas de criação de uma figura, permitindo reconsiderá-la;
- criação de macros pode ser incorporada ao menu, tornando os macros de complexidade crescente;
- o menu itens, através de terminologia geométrica como: perpendicular, ângulo, linhas paralelas... oferece outra relação entre os objetos geométricos; é também possível usar estes recursos como ferramentas de desenho, produzindo efeitos visuais sobre a tela;
- permite visualizar situações geométricas, materializando trajetórias, distâncias; ângulos; observar a evolução em tempo real das modificações da figura;
- os recursos podem ser suprimidos ou adaptados para adequar o micromundos ao nível dos alunos;
- possui, também, recursos interativos de um programa comum, como modificação do aspecto dos objetos na tela, recursos de edição, gestão dos arquivos, ajuda em linha e mensagem de erro etc.

#### *2.1.4.1 A diferença entre o ambiente computacional do Cabri-géomètre e o ambiente clássico do papel e caneta (antigo "PC")*

É notório que o aprendizado da matemática é considerado como muito difícil por parte dos alunos. A explicação dada pelos construtivistas é que os conceitos abstratos de matemática são ensinados para as crianças através da simples transmissão, sem possibilidade de experimentação. Piaget, ao descrever as célebres fases do desenvolvimento cognitivo do ser humano, mostrou que as crianças só constroem o pensamento operatório formal, que lhes possibilitam trabalhar com os conceitos abstratos e hipotéticos a partir de uma faixa etária

mais avançada e que precisam agir concretamente sobre os objetos para galgar este novo nível.

Com base nesta perspectiva de desenvolvimento, o ensino muda seu paradigma, antes baseado na transmissão oral e numa concepção tradicional de aprendizagem. Os alunos precisam operar sobre as coisas para conhecer e o professor tem o importante papel de mediador. Além de conhecer conteúdo e técnicas, ele precisa também conhecer sobre desenvolvimento. Precisa propor situações desafiantes, ou seja, obstáculos epistemológicos que estimulem as próprias descobertas dos alunos.

O diferencial da aprendizagem matemática através do *Cabri-géomètre* pode ser explicado em vista de suas possibilidades gráficas que permitem a concretização de objetos formais e, em particular, de objetos matemáticos, bem como numerosas possibilidades de simulação sobre esses objetos, associadas ao recurso de interação com os conseqüentes *feedbacks*. Estes recursos proporcionam uma qualidade de resposta mais sofisticada do que aquela obtida através de papel e caneta. Ele vem corroborar este novo modelo de aprendizagem, na qual a construção do conhecimento pode ser ampliada pela resolução de problemas, pois a mediação através do computador provê ferramentas que permitem aos alunos aprenderem por eles mesmos, se atrelados a uma proposta metodológica que assim o permita.

Segundo Laborde(1993), o *Cabri-géomètre* possibilita outra relação com os objetos geométricos, porque ele torna possível o desenho de figuras sobre a tela de computadores e com isso faz uma importante mediação entre teoria e prática. Embora as linhas do desenho não sejam retas nem tenham a largura perfeita, não se torna um impedimento para o usuário trabalhar com o “desenho idealizado” que mantém uma certa estrutura, sendo conservados suas principais propriedades.

#### 2.1.4.2 Tipos de atividades que podem ser desenvolvidas com o *Cabri-géomètre*

Existem **dois recursos** essenciais para o desenvolvimento das atividades que podem ser realizadas com o programa:

- **o grau de fixidez** da figura é oriundo dos dois modos distintos da construção, que segundo Laborde (1993), pode ser de dois modos, de acordo com os dois tipos de primitivas que estão disponíveis para construir um desenho no *Cabri-géomètre*:

a) primitivas de desenho puro, marcando pontos e usando linhas para uni-los, o que Laborde chama de *cabri-drawing*;

b) primitivas, baseadas em propriedades genéricas que habilitam o usuário a desenhar objetos não sobre uma base perceptiva, mas sobre uma base geométrica (“cabri-figure”). Ex.: usando o menu perpendicular.

Segundo Laborde (1993), o desenho não é resistente para arrastar, enquanto a figura construída numa base geométrica preserva mais suas propriedades e relações através do modo de arrastado, deslocado independentemente dos outros pontos. O *Cabri-géomètre* é o resultado de um processo descritivo seqüencial, que introduz uma ordem entre os elementos de suas figuras. Assim, alguns de seus elementos são bases elementares ou elementos livres sobre o qual outros elementos são construídos. Estes elementos livres podem ser agarrados e arrastados através do mouse. Eles têm um grau de liberdade igual a 2; enquanto um elemento construído como um ponto médio é completamente dependente e não pode ser agarrado: seu grau de liberdade é igual a 0. Há elementos de grau intermediário, igual a 1: são pontos construídos sobre objetos, como um círculo ou uma linha reta. Eles permanecem sobre o objeto quando este é arrastado. Essa propriedade é muito interessante para as situações de caixa preta que podem ser propostas com este *software*, as quais serão explicadas a seguir.

- **O módulo de arrastar**

No ambiente *Cabri-géomètre*, podemos desenhar muitas figuras geométricas com facilidade. Os progressos da *interface* atualmente permitem uma manipulação direta do desenho sobre a tela através do mouse que pode arrastar as figuras, mantendo suas propriedades geométricas. Algumas construções dependem da posição múltipla dos elementos da figura que podem mudar por causa do efeito da propriedade de **arrastar e deformar**. O módulo de arrastar é usado de duas maneiras: para testar critérios de validação de propriedades geométricas e exploração. O ambiente computacional possibilita a criação de

**problemas** em geometria, que podem ser classificados em duas categorias , segundo Laborde(1993).

Uma destas categorias de problemas baseia-se no uso da ferramenta de transformação, que pode ser utilizada para que se obtenham propriedades geométricas. O professor pode colocar uma situação em que a criança, para resolvê-la, terá que construir outra figura, transformando-a. Desse modo, o aluno terá que usar propriedades geométricas ou teoremas. O que há de inovador nisto é que um teorema está sendo usado para produzir um desenho de uma figura e não só para resolver provas. O *Cabri-géomètre* provê a possibilidade de trabalhar não só de modo teórico, mas também relacionando conceitos com imagens; esta relação é ativa e não passiva como num filme ou numa emissão por televisão. A criança opera com conceitos abstratos para resolver problemas.

b) Situações de caixa preta (*black – box*) - é dada uma figura e a criança terá de reproduzi-la, sem saber como foi feita. A figura a ser reproduzida terá de se comportar do mesmo modo que a original quando está sendo arrastada. Este tipo de situação pode também ser utilizada para a aprendizagem de uma transformação. Exemplo: são dadas duas figuras e uma é a imagem da outra, mas, quando elas são arrastadas, acontece uma transformação desconhecida. A tarefa para as crianças é encontrar a transformação desconhecida, para reconstruir a imagem da imagem da 1ª figura e para checar como eles obtêm uma segunda.

Nas situações de caixa-preta, a exploração de uma figura desconhecida através de seu comportamento quando é arrastada, proporciona uma análise de propriedades geométricas que permanecem invariáveis, mesmo quando a figura é deformada. Os alunos podem usar os recursos de arrastar e grau de fixidez para checar se as supostas propriedades geométricas da figura são satisfatórias. Exemplo: checar se três pontos estão sobre uma linha reta.

## 2.2. Descrição das questões problemas: descrição, resultados e comentários

Nesta seção, descreveremos as questões problemas da Ponte, do Poste de iluminação e dos Vinte e Três Reais. Explicitaremos cada uma decompondo-as e procurando demonstrar que conceitos são necessários para o estudante ter e ou desenvolver a fim de que possam resolvê-las. Em seguida, apresentaremos algumas das respostas das crianças face à

interação com o *Cabri-géomètre* e a análise destas respostas, classificadas de acordo com alguns critérios, que serão posteriormente explicitados.

### 2.2.1. Questão dos Vinte e Três Reais

Neste trabalho, a utilização desta questão visava a verificar se a aprendizagem que as crianças conseguiram com as atividades propostas através do *Cabri-géomètre*, contribuiu para desenvolver o seu raciocínio lógico-matemático, generalizando-se para além dos conteúdos específicos de geometria. Ela foi formulada com o seguinte enunciado:

*Tenho o mesmo tanto de dinheiro que você. Do meu dinheiro eu tirei vinte e três reais e dei para você. Com quanto você ficou a mais do que eu?*

Esta questão foi retirada de um estudo de Johannot (1947), discípulo de Piaget, e que através do método clínico fez uma investigação em 112 adolescentes suíços de sexo masculino e feminino, com idade compreendida entre 13 e 18 anos, a fim de observar o desenvolvimento do raciocínio lógico, que, longe de ser um bloco homogêneo, também possui níveis em seu desenvolvimento. Com base nos resultados, dentro do período compreendido como formal, Johannot classificou 4 estágios de desenvolvimento. Para ele, essa palavra **estágio** é usada de acordo com o referencial piagetiano e refere-se às configurações estáveis que se dão através do equilíbrio entre os fatores de desenvolvimento: maturação, experiência e meio social. O desenvolvimento destes estágios acontece através de equilibrações sucessivas entre os mecanismos adaptativos do indivíduo ao meio, assimilação e acomodação. Isto significa que as aquisições anteriores são sempre um patamar necessário para as aquisições subsequentes, (Johannot, 1947).

Para proceder à classificação de tais estágios, subdivisões do nível formal, Johannot utilizou-se do seguinte paradigma: ao resolver uma tarefa intelectual que demanda dificuldade, há uma tendência natural do raciocínio para regredir a um nível anterior. Estes estágios serão descritos abaixo. Eles foram classificados por Johannot de acordo com a habilidade da criança para resolver o problema, usando objetos no plano concreto (manipulando objetos), no plano gráfico (através de desenhos ou pequenos gráficos), no plano aritmético (através de operações com números) ou no plano algébrico (através de equações).

**Estágio I:** solução no plano concreto - o adolescente para resolver a esta questão, necessita retornar ao concreto, entender o raciocínio, manipulando um número bem pequeno de objetos. Quando eles retornavam para problema dos vinte e três reais (vinte e três francos suíços no problema original), conseguiam resolvê-lo porque compreendiam o raciocínio.

**Estágio II:** solução no plano da representação gráfica – os jovens conseguiam entender a resolução do problema no plano gráfico através de desenhos, para depois resolvê-lo. A representação gráfica é um nível intermediário entre o concreto e o simbólico.

**Estágio III:** solução no plano formal aritmético - há uma tentativa de resolução que o autor classifica como em dois subestágios: a) o jovem procura resolver, dando uma ênfase numérica, quantitativa, que possibilita a generalização para a solução do problema; b) a solução é repentinamente generalizada, tendo como suporte a compreensão das transformações iniciais e finais: eu recebi, você perdeu.

**Estágio IV:** solução plano formal algébrico - permite traduzir o pensamento em uma equação matemática, atribuindo simbolismo algébrico às partes componentes do problema e efetuando as operações necessárias. O simbolismo algébrico, segundo Johannot, após compreendido e realmente aprendido, facilita o raciocínio, tornando-o mais simples e rápido, favorecendo a generalização.

A resolução deste problema implica as seguintes operações:

- uma relação inicial de simetria entre dois valores  $Q_1$  e  $Q_2$ ;
- saber que um valor diminuiu de 23 reais;
- que o outro valor aumentou de 23 reais;
- o estabelecimento da relação a mais entre os números resultantes destas duas operações.

O pensamento do adolescente diferencia-se do pensamento da criança operatória concreta por organizar-se em estrutura de rede. A estrutura de rede permite antecipar as várias combinações possíveis para explicar fenômenos ou resolver determinados problemas. Possibilita, do ponto de vista cognitivo, ter uma visão de totalidade e não apenas das partes,



libertando do egocentrismo, ou seja, da visão centrada e fragmentada. Outra característica importante do operatório formal são os grupos das transformações simultâneas, que, segundo Piaget (1990), caracterizam-se pela estrutura de quaternidade, denominada INRC. A estrutura de rede permite a visualização do sistema e o grupo INRC a interrelação entre as várias operações que o compõem.

As quatro transformações contidas no grupo INRC, segundo definição de Piaget (1990), são denominadas: Identidade (não altera em nada a proposição sobre a qual incide); Negação (modifica tudo na proposição sobre a qual incide); Reciprocidade (permuta as proposições das operações de identidade); Correlatividade (modifica tudo na proposição de reciprocidade, sua negação). Observamos aí um grupo de duas reversibilidades. Na Questão dos Vinte e Três Reais, acontecem estas quatro transformações simultâneas:

I - está presente na equivalência de que quantidades  $Q1=Q2$

N- a relação acima é anulada pela operação  $Q1-23=x$  e  $Q2+23=y$

R- a recíproca de I é  $Q2=Q1$

C- que anula a operação anterior:  $Q2-23=x$  e  $Q1+23=y$

A "relação a mais", a partir dos resultados das operações simultâneas de soma e subtração, pressupõe uma correspondência termo a termo. Entre x e y uma nova relação se estabelece, a de proporção, pois, à medida que Q1 perde uma quantidade z, Q2 torna-se 2z maior que Q1. Esta relação está diretamente relacionada às estruturas de rede e IRNC.

#### **As respostas dos estudantes à questão dos 23 reais**

Comparando as respostas a esta questão, na primeira e última sessão pudemos observar algumas diferenças significativas:

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Permaneceram com o mesmo tipo de resposta | Melhoraram o nível de resposta |
| Quatro alunos                             | Oito alunos                    |

Tabela 5

Somente duas crianças deram solução correta para o problema (uma das crianças, Maria, teve extraviados os dados referentes a esta questão).

Segundo nossa análise, houve uma repercussão qualitativa positiva no nível de raciocínio das crianças a partir do trabalho realizado. Para explicar estes progressos, recorremos à relação de como a aprendizagem pode influenciar o desenvolvimento. Vygotsky teceu comentários a este respeito, demonstrando que o aprendizado escolar cria zonas de desenvolvimento proximal e que:

*o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança, (Vygotsky, 1984:101).*

Essa observação do autor contribui para mostrar que as estruturas de raciocínio podem desenvolver-se com o ensino escolar. Talvez não tenha ocorrido "um salto qualitativo" tão grande a ponto de que os estudantes, em sua maioria com um nível de raciocínio cujas características se assemelhavam às descritas no período operatório concreto, passassem ao operatório formal, segundo referencial piagetiano. Contudo, suas habilidades intelectuais se refinaram, se clarificaram e se diferenciaram um pouco mais, fato este que se refletiu em seus processos e raciocínio.

Analisando as respostas dos alunos, pudemos distinguir três tipos essenciais, classificados sob o ponto de vista da lógica contida em cada uma delas: se eram sincréticas, ou seja fugiam totalmente ao que era perguntado; se apresentavam alguma ordenação lógica, mesmo que incompletas, porque enfatizavam uma ou duas das operações necessárias para sua resolução; ou se eram respostas lógicas, porque o aluno conseguia resolver todas as operações envolvidas no problema. Entre a primeira e a última sessão, os alunos apresentaram o seguinte quadro qualitativo de respostas:

| <b>Tipos de respostas</b> | <b>1.ª sessão</b> | <b>16.ª sessão</b> |
|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Sincréticas               | 4                 | 2                  |
| Ênfase em uma operação    | 5                 | 2                  |
| Ênfase em duas operações  | 2                 | 6                  |
| Lógicas                   | 1                 | 2                  |

Tabela 6

*2.2.1.1. Respostas que tendiam ao sincretismo*

Estas respostas se diferenciavam das outras porque a criança usava um tipo de raciocínio que fugia totalmente à pergunta do problema. As respostas eram desconcertantes e a gente tinha que investigar muito para entender como se processava aquela “lógica” .

Transcreveremos aqui a resposta de Ane (13 anos) à primeira sessão, resposta esta que se manteve inalterada na última sessão:

*C- Como que agente vai fazer esta conta?*

*E - Você vai ter que pensar. Tente entender o problema. Agente tem a mesma quantidade de dinheiro, é igual..(repeti).*

*Ficou quase um minuto parada, sem fazer nada..*

*E- Humm?*

*C- Pode fazer conta de mais, qualquer uma?*

*E- Do jeito que você quiser. Você pensa e faz do jeito que quiser. Explica para mim como é o problema.*

*E - Eu tenho o mesmo tanto de dinheiro que você tem. Aí eu vou lhe dar 23 reais . Aí quanto você vai ficar a mais do que eu?*

*E- É.*

*Rascunhou no papel umas contas. Demorou mais de um minuto, apagou.*

*C- Eu tenho 120 reais e você 120, aí tirei 23 reais do meu dinheiro. O total do meu*

*D- dinheiro e do seu deu um total de 240,00. Aí tirei 23 reais e você ficou com 263 reais.*

*E- Tá legal. Deixa eu só fazer aqui com as canetas: Se você tiver 5 canetas e eu 5, aí eu*

*F- Vou pegar duas canetas das minhas e lhe dar, com quantas você fica a mais do que eu?*

*C- 7.*

*E- Mas, o que você só tem a mais?*

*C- Como assim?*

*E- A mais é o que está sobrando, o que está sobrando do meu em relação ao seu.*

*T- Tá sobrando três. Os dois juntos fica dez.*

Analisaremos a primeira resposta de Ane, que em princípio parece totalmente sem lógica, mas que possui a sua lógica interna, cujos mecanismos para este tipo de pensamento foram descritos tão bem por Piaget (1993) na obra *A linguagem e o pensamento da criança*. Ele analisou o sincretismo no raciocínio verbal de crianças com a idade de 9 a 11 anos. Compararemos suas colocações às encontradas sobre o assunto em Vygotsky (1991). O motivo de tal comparação é que acreditamos que o pensamento dos dois autores se completam para a explicação deste fenômeno.

Essencialmente é o egocentrismo, que, para Piaget (1993), ocasiona o sincretismo no pensamento da criança. Anteriormente, até a idade de 7 anos e meio, o egocentrismo (restrito ao ponto de vista intelectual e não afetivo, pois o pensamento está diretamente ligado à ação, ao

concreto, o que não lhe permite abstrair-se para compreender o ponto de vista do outro) e particularmente o sincretismo marcam a percepção da criança e todos os seus tipos de raciocínio. Na idade de 9 a 10 anos, ele refere-se mais ao raciocínio verbal do que a percepção propriamente dita. O sincretismo, do ponto de vista de Piaget, pode ser descrito através das suas seguintes características:

- a) é intuitivo e não dedutivo, partindo de premissas não lógicas; é como um lampejo que não se presta a uma exposição com demonstração;
- b) guarda características com o pensamento autista ou com a linguagem simbólica dos sonhos, porque usa mecanismos descritos por Freud de condensação e deslocamento. A criança pode, ao explicar algo sobre árvore, de repente se lembrar de balanço e incluir na sua exposição, porque há algo em comum entre os dois, pois quando era menor havia uma árvore com balanço no seu quintal. Há várias coisas da experiência concreta, da percepção, da forma que de repente podem evocar associações que são deslocadas em bloco e impregnam todo o discurso;
- c) este tipo de raciocínio possui esquemas de analogia incomunicáveis entre si, arbitrários e aleatórios, totalmente à mercê do subjetivismo e do egocentrismo. Acrescente-se a isto a característica que o sujeito tem de sua certeza, que é incontestável.

Vygotsky (1993), ao mostrar a evolução do pensamento conceitual, também parte do sincretismo. Mas, em sua análise, o sincretismo é peculiar às crianças pré-escolares porque é um tipo de pensamento totalmente aleatório, não categórico, totalmente disperso. Observamos que, embora Ane não tenha demonstrado na resolução deste problema um pensamento típico de um adolescente, já possui algum tipo de organização em seu pensamento que lhe permite dar certa estrutura ao real, ao ponto de conseguir realizar operações, como soma, por exemplo. Seu pensamento, contudo, é interrompido, não é fluído, centra-se em certos aspectos, funde-se a ele e desloca-se para a estrutura de conjunto, afastando-se do real. Isso seria classificado por Vygotsky como pensamento por complexo. Descreveremos a seguir o que Vygotsky(1993) entende sobre pensamento sincrético e por complexos .

**Conglomerado vago e sincrético dos objetos isolados** - o aluno pré-escolar, em razão do sincretismo presente em seu pensamento, não consegue se deter em um aspecto principal, quando solicitado para realizar classificações. Quando trabalhávamos com pré-escolares e íamos

classificar sucatas (garrafas velhas de refrigerante, botões, caixas, latas, tampinhas...), pedíamos para separar garrafas de refrigerante e mostrávamos a garrafa. Eles não se detinham no que era solicitado e pegavam o que queriam pegar, baseados no interesse perceptivo momentâneo. Vygotsky ainda distingue rudimentos de organização nesse período, quando a criança começa a dar uma ordem visual aos amontoados; ou pode até dar uma organização sincrética aos materiais através de critérios puramente subjetivos, como, por exemplo: escolhe dois objetos para serem suas armas na luta, sem observar o critério que havia sido solicitado, no caso garrafa de refrigerante.

**Pensamentos por complexos** - o pensamento por complexos é uma categoria intermediária entre o sincretismo anterior e o conceito propriamente dito, que é lógico e abstrato. Nesta etapa a criança dispõe de alguns critérios que já não são somente subjetivos, pois superou superficialmente o egocentrismo. Observa as relações que de fato ocorrem entre os objetos e os classifica segundo um critério mais objetivo, embora baseado na experiência perceptual. A palavra complexos, aqui usada, diz respeito ao comportamento das crianças em agrupar os objetos ou até mesmo as palavras, como se fossem de uma família. É uma espécie de tentativa incipiente de classificar, agrupar, segundo critérios baseados numa lógica perceptual, sem a reversibilidade característica do pensamento formal. As características destes tipos de conceitos, segundo o autor, serão descritas a seguir:

- a) **Tipo associativo** - um objeto na experiência anterior pode ser classificado como pertencente a uma mesma categoria que outro, tendo como base um tipo de associação qualquer. Por exemplo: garrafa de refrigerante é o objeto solicitado, a criança escolhe uma e logo em seguida pode pegar botões porque é bom para colocar dentro da garrafa e fazer barulho quando balançar.
- b) **Coleções** - são também tipos específicos de associações que se baseiam em conexões de objetos observados na experiência prática. No mesmo exemplo: a criança efetivamente escolhe garrafa, mas depois copo, canudinhos, porque associa com objetos de sua experiência e desvia-se assim do critério solicitado.
- c) **Complexo em cadeia** - aqui eles podem escolher algumas garrafas de refrigerante e depois, passarem a escolher só tampas, por exemplo. Eles atendem por breve período o critério organizador da classificação, mas o elo pode quebrar-se porque a criança faz outro tipo de

associação e fixa-se nela por um breve período e assim sucessivamente. Esse critério é baseado em uma semelhança concreta.

- d) **Complexo difuso** - embora principie fazendo uma classificação atendendo ao critério inicial, pode quebrar o elo inicial através de uma associação a um critério imaginado e não presente no mundo da percepção sensorial.
- e) **Pseudoconceito** - restringe-se a um traço ou algo concreto do objeto como atributo para categorizar o conceito. Ainda não é um conceito verdadeiro porque se limita a traços do objeto, mas é um avanço em relação aos complexos porque está vinculado à linguagem de maneira aceitável e é inteligível na comunicação. Será a linguagem, com seus significados estáveis e permanentes que apontarão o caminho para que se concretizem as generalizações infantis e o pseudoconceito está a meio caminho desta trajetória. A semelhança externa entre o pseudoconceito e o conceito real é tão próxima e ele é usado de modo tão contextualizado que se torna muito difícil "desmascarar" esse tipo de complexo, o que, segundo Vygotsky (1991), é um dos maiores obstáculos para a análise genética do pensamento.

A fim de mostrar como isso ocorre, queremos descrever um exemplo bem ilustrativo de um pseudoconceito e a dificuldade do seu desmascaramento. Marcelo é um garotinho de 4 anos que assiste ao programa do Cruj (programa infantil que passa no SBT). Um dia, brincado com ele, o chamamos de criança. Ele prontamente respondeu:

*C- Eu não sou criança, sou ultra-jovem e mereço respeito.*

Todo mundo achou aquela resposta muito interessante, pois embora fosse uma repetição das palavras do programa, ela estava muito adequada ao contexto. Mas continuamos perguntando:

*E - Marcelo o que é ultra-jovem?*

*C - É aquele que assiste o Cruj.*

*E- Se eu assistir também serei ultra-jovem?*

*C - Sim.*

Ficou muito claro que o garoto não construiu de fato o conceito de ultra-jovem. Usava-o como um pseudoconceito que estava entrelaçado com um programa de TV e com a palavra criança.

Retornando a nossa pesquisa, podemos dizer que as estratégias utilizadas por Ane para resolver a questão eram estruturadas por um pensamento difuso, pois ela entendia a questão, sabia que tínhamos quantidades iguais e que havia soma em algum lugar; contudo, não pensou em subtração. Não conseguia ver a estrutura de conjunto do problema por inteiro. Pensamos que corroborou com este seu tipo de raciocínio a pergunta: *Quanto você tem a mais do que eu?* Para nós é muito óbvia, mas para ela bastante confusa, porque não possuía internamente representação matemática sobre o significado dessa relação. Podemos observar isto na transcrição da entrevista. Parecia que a palavra “a mais” estava associada com “contas de mais”, o que a induzia a fazer somas e mais somas. Da complexidade das quatro transformações envolvidas, apenas uma, a mais elementar, era compreendida em sua solicitação e subtraída do seu contexto devido a dois fatores simultâneos: egocentrismo no seu pensamento e desconhecimento do campo conceitual abordado.

Entretanto, na última sessão, colocamos um exemplo com dinheiro: *Se eu tenho cinco reais e você dois, quantos reais você tem a mais do que eu?* A garota acertou, mas não integrou esse conhecimento à resolução do problema. Aliás, com exceção de Vinícius, o restante do grupo não chegou a ter bem clara e integrada ao problema a compreensão dessa relação. Isso porque, mesmo desvendado o campo conceitual a ser trabalhado, esse tipo de problema envolve o grupo de quaternidade já mencionado e descrito por Piaget, que enfoca um tipo de raciocínio por combinatória que trabalha com os quatro tipos de transformações simultâneas.

#### 2.2.1.2. Respostas com ordenação lógica, mas incompletas

Acrescentaremos a este item duas subdivisões: a dos que resolviam a questão encontrando quase que a resposta correta, de modo não interrompido, realizando duas operações, mas que respondiam vinte e três e os que a resolviam de modo muito mais parcial, enfatizando apenas a operação de soma. Ambos demonstraram que tinham uma compreensão parcial da resolução do problema, que embora fragmentada não estava dissociada do real. Aqui, ainda, o



pensamento egocêntrico se torna evidente, porque não há compreensão do conjunto de todas as transformações envolvidas na operações.

**a) Ênfase em uma operação**

Dois estudantes deram respostas desse tipo. Eles disseram, na primeira 1.<sup>a</sup> sessão, que não sabiam representar a questão. Um dos garotos deu resposta de 23 e o outro falou que não sabia. Na 16.<sup>a</sup> sessão eles conseguiram representar, dando ênfase em apenas uma transformação. Abaixo a entrevista de Anderson (14 anos):

*E - Quanto recebo a mais?*

*C - 23 reais.*

*E - Por que?*

*C - Porque se eu juntar o seu dinheiro com o meu, fico com 23 reais a mais.*

*Assim:  $100 + 23 = 123$*

*E- E eu?*

*C- Fica com 100 reais.*

*E- Tem certeza?*

*C- Sim.*

*E- Com quanto você fica a mais?*

*C- 23 a mais.*

**b) Ênfase em duas operações**

Quatro estudantes utilizaram este tipo de estratégia. Um deles respondeu igualzinho na primeira e última vez e os outros melhoraram a qualidade de suas respostas em relação à primeira sessão, porque uns dois passaram de respostas sincréticas a estas que, embora incompletas, realizam duas das operações que poderiam levar à correta resolução do problema. Outro menino, que havia respondido observando uma só transformação como no caso anterior, conseguiu realizar duas. Também havia trabalhado com valores como 4000 na primeira sessão e nesta usou 24, o que pensamos ser bastante interessante porque facilita bastante a visualização do problema. Segue entrevista de Carlos (14 anos):

Explicamos a relação a mais com o exemplo: Se você tem dez reais e eu sete, quanto você

tem a mais do que eu?

*E - 3.*

Expliquei o problema.

*C -23*

*E- Por que?*

*C – Temos 24 reais, eu e você.Você me dá 23 e fica:  $24+ 23 = 47$*

*E - E eu fico com quanto?*

*C - 1*

*E - Com quanto fica a mais?*

*C - 23.*

Nos casos com ênfase em uma e em duas operações, há ainda um nível considerável de egocentrismo, pois ocorre por parte dos estudantes uma concentração em apenas uma ou duas das operações, já que não foi observada a estrutura de conjunto das operações necessárias para encontrar a solução. Nesses casos, acontece que, embora haja um desligamento do todo, não ocorre propriamente uma adulteração do real, como nos casos de sincretismo. O que ocorre é uma fragmentação das operações, como se resolvendo alguma não existissem outras. Estes são tipos de raciocínios superiores aos sincréticos, pois demonstram que, gradativamente, a criança está conseguindo operar com o real, assimilando sua estrutura de conjunto e lidando com outras operações, simultaneamente. Luisa (13 anos) respondeu igual a Carlos, inclusive usou os mesmos números que ele na primeira e na última sessão. Embora fique tão óbvia a operação com estes números que resultam em quarenta e sete e um e as crianças tenham compreendido a relação a mais em exemplos com dinheiro (você tem cinco reais e eu três, quanto você tem a mais do que eu?), por que Luisa não avançou em sua estratégia após decorridos os dois meses de trabalho ?

Respondemos a esta pergunta, e comparando primeiro o exemplo de Vinícius (12 anos) e comparar posteriormente sua evolução com a dela :

*C- Se você tem o mesmo tanto de dinheiro, deixe eu ver aqui.....eu fico com mais dinheiro que você.*

*E- Sim. Com quanto a mais? Eu te dei 23 do meu dinheiro...*

C- Mas, eu tenho quanto?

E- Isso não importa, é quanto você fica a mais, não é quanto você tem não.

C- Mas como vou dizer se não sei quanto eu tenho?

E- Tu diz o quanto que eu tenho mais tanto.

C- Exemplo, eu tenho 40, mais os seus 23, 63.

E- E eu, fico com quanto?

C- Mas, você só tem esses vinte e três ou tem mais (riu)?

E- Eu tinha o mesmo tanto que você. Aí lhe dei 23.

C- Se eu tenho 40, você tem o mesmo tanto que eu, 40, aí eu fico com 63 e você com 17.

E- Aí tu fica com quanto a mais do que eu?

C- 40.

E- Só 40? Tem certeza?

C- Deu igual a esse aqui. Rindo.

E- Fica com quanto a mais? Por que 40? (incrédula)

C- Pera ainda, Você tem 40, aí me dá 23, Você fica com 17. Ah hummm!....

Realizou as seguintes operações:

$$x+y=z \quad x+23= \quad 40+23=63 \quad 40-23=17 \quad 17+23=40$$

C- Oh! Vamos dizer que você tem 5 canetas e eu 5. Eu te dou três, você fica com quantas a mais do que eu?

C- Três!

E- Só três? Veja quantas eu tenho.

C- Três.

E- E você?

C- 5.

E- E você tem quantas a mais?

C- Tenho três. (Riu)

E- Só três?

C- Oito então.

E- Conta quantas tu tem e conta quantas eu tenho.

C- Eu tenho 8 e você duas.

E- Então, 8 é quanto mais do que dois?

C- Quatro.

*E- Quatro a mais?*

*C- É.*

Podemos observar que Vinícius realizou corretamente as duas primeiras operações, mas foi sincrético ao realizar a operação final: encontrar a diferença entre os resultados das duas primeiras operações. Ao invés disso, somou os dois resultados. Quando propusemos a resolução do problema com as canetinhas, o garoto com certa dificuldade conseguiu entender a relação a mais, embora tenha errado nas quantidades numéricas. Já na última sessão, respondeu corretamente. Abaixo sua resposta:

Explicamos o problema dos 23 reais.

*C- 23 a mais.*

*E- Por que? Explique?*

Fez duas equações:  $x=50+23=73$

(seu)  $50-23=37$

*E- Tem certeza?*

*C- Abriu calculadora no Cabri-géomètre e fez a conta. Encontrou 27.*

*E – Quanto tem a mais?*

*C- 23.*

*E- Quanto é que eu tenho?*

*C- Ah! Quanto eu tenho a mais do que você?*

*E- Sim.*

*C- Pego meu dinheiro que é 73-27 que é o sue e dá 46. Fez na calculadora.*

*E- Não entendi.*

*C - Tiro o tanto do meu dinheiro do seu.*

Vinícius, provavelmente, estava num momento favorável para este tipo de aquisição, e através do conjunto de estimulações proporcionado pela interação com os colegas, *Cabri-géomètre* e o professor-mediador, ele pode avançar do seu nível de desenvolvimento real para o potencial, no qual um súbito *insight* ou compreensão conceitual de algum detalhe, deu oportunidade a Vinícius de ter a visão do grupo das operações envolvidas para que pudesse encontrar a solução para o problema. Para resolver a questão, lançou mão de números, mas também esboçou incógnitas, como se quisesse formular equações. Como operou num plano aritmético, na classificação de Johannot, ele estaria no Estágio III de raciocínio formal. Vale

assinalar que o garoto era muito ativo, participativo e se achava muito inteligente. Tinha computador em casa e os pais o estimulavam nas leituras. Foi sempre muito brilhante na resolução de tarefas, demonstrando autonomia e comportamento exploratório. Pensamos que a iniciativa de usar a calculadora também serve para confirmar a observação anterior. Vale ressaltar que ele foi o único aluno a ter a idéia de usá-la. Era muito solicitado pelos demais colegas para tirar suas dúvidas.

Retomaremos aqui a pergunta formulada no contexto da questão dos 23 reais:

- *Quanto você tem a mais que eu?* Desejamos reafirmar que ela pode ser resolvida com muita simplicidade no período das operações concretas, mas aqui no problema ela envolve uma complexidade maior, porque compreende simultaneamente uma relação de identidade, uma soma e duas subtrações, para que se consiga encontrá-la. Por isso, embora consciente do significado desta relação, não é possível integrá-la no contexto das operações do problema, que requer a estrutura de raciocínio do grupo de quaternidade.

Não sabemos exatamente porque Vinícius conseguiu passar de uma resolução sincrética para um nível superior ao de Luísa, que desde o início manteve a mesma resposta na primeira e última sessão, realizando as duas operações e encontrando valores iguais a 1 e 47. Observamos porém, que Vinícius investia muita energia na resolução das atividades e era muito forte sua motivação para aprender. Enquanto Luisa, uma aluna que participou bem, não demonstrava a mesma motivação e deixava claro as suas preocupações atuais que eram fortemente centradas na descoberta do seu próprio corpo. Seu investimento e energia eram muito inferiores ao de Vinícius para tarefas intelectuais.

#### 2.2.1.3. Respostas Lógico-formais

Transcreveremos a seguir a resposta de Fred (11 anos), que pode ser considerada do tipo lógico-formal, segundo nossa classificação, porque enfatiza todas as operações envolvidas no problema.

*C- 23 a mais porque você me deu 23.*

*E- Faça no papel.*

*C – Eu tinha 100 e você 100. Você me deu 23 e ficou:*

*Você:  $100 - 23 = 77$*

*Eu:  $100 + 23 = 123$*

*E - Com quanto ficou a mais?*

*Pensou:*

*C - 46.*

*E - Por que?*

*C - Porque tenho 100 reais e você me deu 23.*

*E- Por que você ganhou 23 e ficou com 46 a mais?*

*C - Porque você diminuiu 23 reais do seu dinheiro.*

Este foi o único garoto que desde a primeira entrevista deu esta resposta. Observem que primeiro respondeu vinte e três e, quando foi para o papel, através de uma solução aritmética, ele obteve a resposta 46.

Aplicamos essa questão com meninos de escola particular, cujos pais tinham curso superior e eram pessoas de classe média com situação familiar estável. Um garoto de sete anos respondeu vinte e três, e quando fizemos o exemplo com as canetas em que havia cinco canetas, demos duas para ele e perguntamos com quantas ele tinha ficado a mais. Ele rapidamente tirou o número de canetas iguais as do examinador do seu campo visual, escondeu nas suas costas e respondeu quatro. Quer dizer, ele fez a correspondência termo a termo e retirou do campo visual para não confundir-se. Porém, não conseguiu transferir o raciocínio para o problema dos vinte e três reais. No entanto, conseguiu compreender a relação “a mais” com um pequeno número de objetos concretos. Crianças de nove e doze anos conseguiram chegar à resposta correta do problema após resolvê-lo no plano concreto com o exemplo das canetas. Nenhuma destas crianças consultadas tiveram a menor dificuldade em entender a relação "a mais".

#### 2.2.2.A questão da ponte e dos postes de iluminação - descrição, resultados e comentários

A Questão da Ponte foi apresentada inicialmente em papel e caneta, a fim de observarmos como seria resolvida, antes de iniciarmos o curso e na última sessão, na tela com

o *Cabri-géomètre*. A Questão dos Postes de Iluminação foi apresentada como intermediária a esta, também no computador, e sua resolução implica um tipo de raciocínio similar àquela. Na figura 7, a Questão da Ponte, tal como apresentada para os alunos. Esta questão pode ter alguns níveis de respostas. Elas indicam um tipo de estratégia usado pela criança, diretamente relacionado ao desenvolvimento de alguns conceitos matemáticos, como os que se seguem:

- a) espaço: a criança tem que entender que os desenhos representam espaços que possuem direção e que possuem distâncias entre si;
- b) simetria: compreender que as distâncias entre ponte, cidade A e cidade B, para atender a solicitação do problema têm que ser iguais; se são iguais, não podem ser maior nem menor. Necessita, também, de certo grau de reversibilidade e conservação a compreensão destas relações: maior, menor, igual, relacionando não apenas duas distâncias, mas três que têm que ser simultaneamente postas em relação. Isso precisa também de certo grau de reversibilidade e conservação;
- c) parâmetros de medida;
- d) compreender a noção de termo médio e mediana;
- e) entender que a mediatriz quando se prolonga, guarda uma distância equivalente dos pontos A e B;
- f) perpendicular: a mediatriz é sempre perpendicular ao segmento no qual está inserida;
- g) interseção: uma vez que o ponto ideal para a construção da ponte é a interseção da mediana com o rio, este conceito tem que estar suficientemente claro para ela.

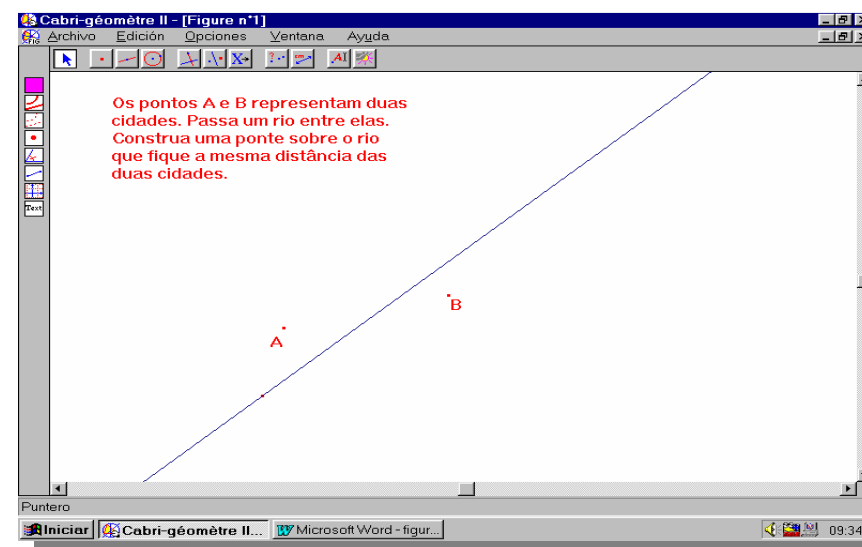
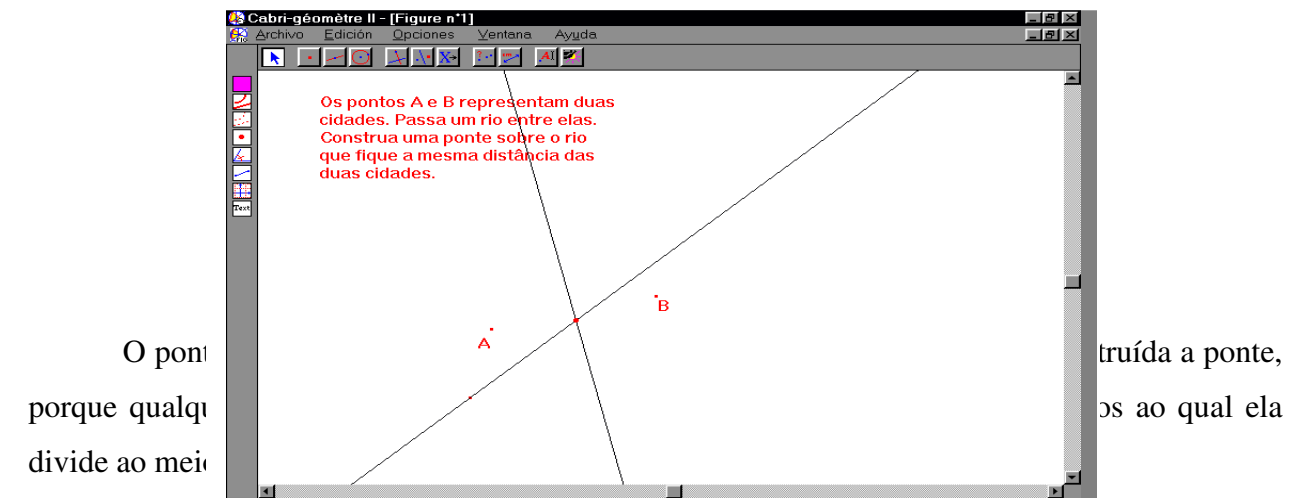


Figura 7. Questão da Ponte.

A resposta pode ser dada através do cálculo da mediatriz entre as duas cidades. A mediatriz é uma reta perpendicular a um segmento e o divide ao meio, conforme a figura 8.



O pont  
porque qualq  
divide ao mei

truída a ponte,  
os ao qual ela

Figura 8. Resolução da Ouestion da Ponte.

#### 2.2.2.1. Questão dos postes de iluminação

Esta questão com enunciado diferente exige o mesmo tipo de raciocínio da Questão da Ponte. Ela foi aplicada na décima sessão e tinha como objetivo verificar como eles estavam elaborando a propriedade da mediatriz e os conceitos que permitiam a construção da ponte. Como o campo conceitual envolvido é o mesmo da questão anterior, não o descreveremos novamente.

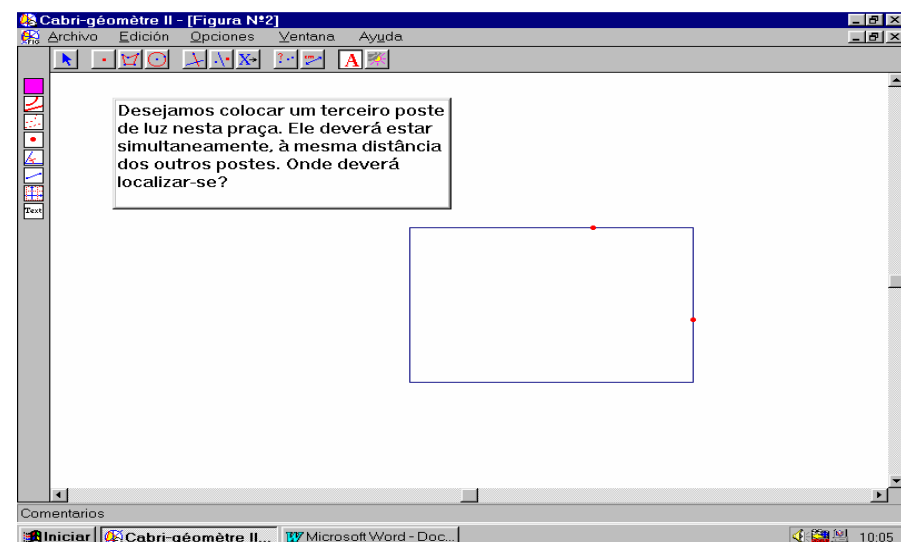


Figura 9. Questão dos Postes de Iluminação .

O processo de Construção da Ponte foi uma breve imersão no universo conceitual Como já tivemos a oportunidade de esclarecer, esta questão-problema foi proposta com a



intenção de verificar se os estudantes, após o trabalho realizado com o *Cabri-géomètre*, utilizariam os conceitos aprendidos para resolvê-la. No início, ela foi apresentada com papel e caneta, na décima sessão, através da questão dos postes de iluminação que solicitava, com uma formulação diferente, o mesmo tipo de raciocínio. Na décima e décima sexta sessões, ela foi apresentada no ambiente do *Cabri-géomètre*. Cada criança era atendida individualmente num canto mais recuado da sala e nós as acompanhávamos em suas resoluções. A seguir, apresentaremos o número de crianças que resolveram as questões na primeira, segunda e terceira aplicações.

#### QUESTÃO DA PONTE

| Respostas dos alunos | 1. <sup>a</sup> apresentação | 2. <sup>a</sup> apresentação | 3. <sup>a</sup> apresentação |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Quantos acertaram    | Ninguém                      | Três                         | Dez                          |
| Quantos erraram      | Treze                        | Dez                          | Três                         |

Tabela 6. Respostas dos alunos nas três apresentações da Questão da Ponte

As respostas à questão em sua primeira aplicação podem ser consideradas de dois tipos: respostas que não levavam em conta o enunciado da questão (sincréticas) e as que levavam em consideração este enunciado, porque as crianças já possuíam maior ordenação lógica.

##### 2.2.2.2. Respostas que não levavam em conta o enunciado da questão (sincréticas)

As crianças simplesmente não observavam o que estava sendo pedido na questão, embora repetissem o enunciado com fidelidade, quando perguntávamos o que haviam entendido. Elas simplesmente não se preocupavam com as noções de simetria envolvidas na questão, nem com nenhum tipo de medida para verificar as distâncias e sequer com a organização espacial da ponte. Reproduziremos nas figuras 10 e 11 os desenhos de duas estudantes que elucidam com clareza este tipo de resposta .

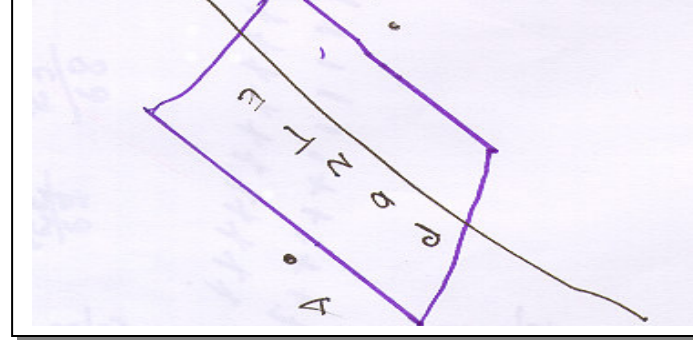


Figura 10. Desenho de Ciça (12 anos)

As figura 10 e 11 são cópias do desenho original das duas crianças na primeira sessão, onde pela primeira vez apresentamos a questão da ponte a ser resolvida com papel e caneta.

Os quatro estudantes que encontraram este mesmo tipo de solução estavam no grupo que deu aquelas respostas sincréticas ao problema dos vinte e três reais.

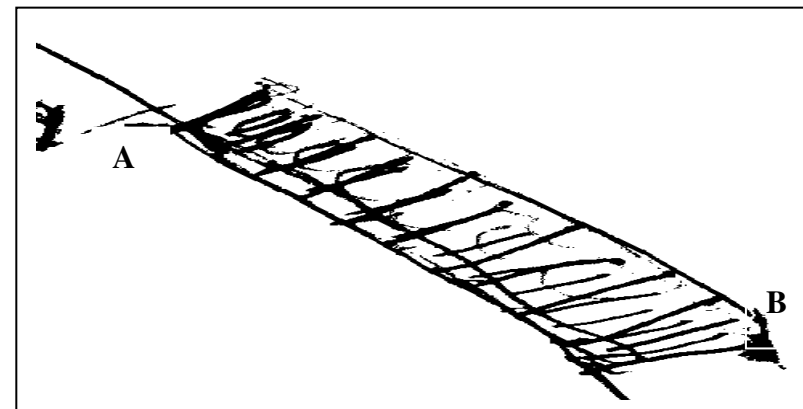


Figura 11. Desenho de Ane, 14 anos

### 2.2.2.3. Respostas que consideraram o enunciado da questão

Oito dos estudantes responderam desta maneira. Eles tiveram a preocupação em atender os critérios do enunciado, demonstrando que tinham noção de espaço, de simetria, e utilizavam régua para medir. Porém, não conseguiam resolver o problema. Por isso, ou diziam que não dava para encontrar a resposta, ou então, que a solução só seria possível, se mudasse uma das fazendas de lugar a fim de colocá-las em simetria em relação ao rio.

A resposta de Vinícius (12 anos) foi um pouco diferente, porque ele buscou resolver o problema da simetria apenas dividindo a ponte igualmente.

*V- Acho que deve fazer uma ponte de 10 cm e colocar 5cm para um lado e 5cm para um outro.*

O garoto não conseguiu aqui equacionar simultaneamente a medida da ponte com a distância das casas. Apenas pensou que, se dividisse a ponte igualmente resolveria o problema. Como nos casos anteriores de egocentrismo, em razão da complexidade do raciocínio envolvido, o garoto apenas observava e centrava-se em partes da operação, perdendo sua estrutura de conjunto. Os que conseguiam fixar-se na estrutura de conjunto, ou seja, na visualização de todo o problema, diziam que não podiam resolvê-lo.

Uma aluna disse que não sabia resolver e não quis sequer tentar. Pudemos constatar através de nossas observações que esse problema não é de fácil resolução, mesmo para alguns adultos. É necessário conhecer os demais conceitos matemáticos envolvidos na questão para encontrar a resposta. Os construtos são todos hipotéticos, e para construir a ponte é necessário encontrar um ponto de equilíbrio entre três objetos assimétricos, a partir de três pontos de vista diferentes. É necessário pois, realizar algumas operações simultâneas.

O processo de construção da ponte foi uma verdadeira imersão no universo conceitual, porque, com o desenrolar das atividades, a partir das questões-problemas, desafios e ações sobre as figuras, os estudantes começaram a desenvolver os próprios “conceitos” geométricos. Na verdade não eram em sua maioria conceitos na correta acepção da palavra, mas eram suas próprias construções do significado de idéias geométricas. É algo raro essa oportunidade de descobrir sozinhos através de experimentações virtuais, essas idéias que comumente são apenas transmitidas de modo muito pouco compreensível.

Para Vygotsky (1991), o significado é um dos componentes da fala; o outro é o fonético, o conceito é a parte final de um processo de aquisição semântica das palavras, que passa por um período evolutivo que se confunde com a evolução do próprio pensamento. O conceito constitui-se em estágios hierárquicos e seu desenvolvimento pressupõe a introdução da palavra em um sistema genérico. O conceito é descritivo e consciente, no sentido de “eu sei que sei...” É como se fosse, na linguagem piagetiana, uma fase final da lógica de classes, em que a estrutura de inclusão de classes está completamente formada. Ex.: cadeira, mesa, cama, armário, podem ser classificados genericamente como móveis. O desenvolvimento dos conceitos está diretamente ligado com o desenvolvimento da consciência reflexiva que *chega à criança através dos portais dos conhecimentos científicos* (Vygotsky, 1991:79). Os níveis envolvidos em

sua construção vão do sincretismo e pensamento por complexos, anteriormente descritos, ao conceito propriamente dito que ainda tem duas subdivisões:

- **conceitos potenciais** - podem ser caracterizados como os conceitos espontâneos da criança, ou do adulto, que são adquiridos a partir da experiência; e a diferença para um pseudoconceito, é que um traço abstraído não se perde com facilidade dos outros traços; este tipo de conceito é definido com base em sua funcionalidade ou descrição do referente e já é um tipo de elaboração que tenta ultrapassar o concreto, mas ainda não permite a completa descrição do referente ;
- **conceitos científicos** - adquiridos a partir da instrução escolar e a diferença entre este e os conceitos espontâneos consiste na ausência de um sistema, que *é a diferença psicológica principal que distingue os conceitos espontâneos dos conceitos científicos* (Vigotsky, 1991:99). A perfeita interação de ambos é que contribuirá para com os avanços no desenvolvimento.

O conceito matemático de mediatriz, segundo Imenes & Lelis (1998:191 ), é: *Reta perpendicular a um segmento, passando por seu ponto médio.*

Ele foi trabalhado através de diversas atividades que englobavam o campo conceitual envolvido. Por exemplo: ponto médio, perpendicular, reta, semi-reta, segmento de reta, algumas figuras geométricas. O conceito de simetria era trabalhado simultaneamente ao de ponto médio e mediatriz. Estes conceitos não foram transmitidos, mas construídos a partir da atividade dos próprios estudantes.

Propusemos a eles atividades do tipo:

- 7.<sup>a</sup> sessão - calcule a mediatriz de um segmento de reta, e depois em sucessivas figuras geométricas. Meça de cada extremidade à mediatriz. Arraste e veja o que acontece com as medidas (ficavam sempre iguais, mantendo a propriedade da figura). Então perguntávamos: O que é mediatriz?
- 8.<sup>a</sup> sessão - medir a distância de um ponto qualquer sobre a mediatriz e os pontos originaram. O que você descobriu?
- 9.<sup>a</sup> sessão - construam retas respectivamente com o menu perpendicular e mediatriz. Quais as semelhanças e diferenças entre ambos (após arrastar)?

- na 10.<sup>a</sup> sessão, aplicamos a Questão dos Postes de Iluminação.

Observamos que o exercício de elaborar conceitos era um esforço no qual habilidades intelectuais como análise, comparação, síntese, justificação...entre outros estavam sendo bastante requeridas. Transcreveremos alguns destes conceitos, que segundo a classificação de Vygotsky (1991), variam no caso dos exemplos, de pensamento por complexos, a enunciados considerados como um conceito espontâneo, porque estão associados com a experiência, com a funcionalidade e são mais descritivos. Em alguns casos, é como se os conceitos espontâneos já estivessem em transição para conceitos científicos, porque já existem indícios de tentativas classificatórias. Percebe-se aqui que o pensamento ainda está muito centrado em partes e ainda existem dificuldades de integrá-las ao todo, estabelecendo relações. O conceito de Ramon (13 anos) exemplifica o pseudoconceito:

*- Mediatriz divide a figura toda, o meio da figura.*

Este enunciado pode ser considerado um pseudoconceito, porque o garoto pode usá-lo e empregá-lo para encontrar, por exemplo, a mediatriz de um lado do quadrado. A solução pode ser correta, mas ele está operando com um conceito falso. Três crianças responderam desta forma, semelhante a Ramon.

Três outras crianças deram um tipo de resposta, semelhante às de Vinícius (12 anos), que definiu mediatriz assim:

*- Mede o meio do segmento.*

O enunciado aqui é apenas descritivo de sua funcionalidade, isto é, ele indica que a mediatriz serve para demonstrar o meio do segmento.

Outras crianças já se aproximaram mais do rigor de um conceito, conforme os critérios propostos por Vygotsky. Alguns exemplos darão essa ilustração:

*- Mediatriz é a reta que fica no meio do segmento e forma uma cruz (Eveline 14 anos).*

- *Mediatriz é a reta que fica no meio de cada lado da figura* ( Fred 11 anos).

Esses aspectos evidenciam uma tentativa classificatória do conceito. Mediatriz é uma reta, reta já uma classificação mais genérica; em forma de cruz, uma analogia com perpendicular que completaria a classificação de reta perpendicular.

Foi pedido aos alunos que estabelecessem as semelhanças e diferenças entre mediatriz e reta perpendicular. Eles só estabeleceram as diferenças. Para que pudessem dizer que mediatriz é uma perpendicular, teriam que estabelecer uma relação de inclusão de classe, assemelhada àqueles exemplos piagetianos de classe inclusão, como exemplo, o das 12 flores com um subconjunto de 7 primaveras. Ele diz para mostrar as flores e o menino mostra tudo. Pede as primaveras e ele mostra. Mas, ao perguntar há mais flores ou mais primaveras, o menino diz primaveras, porque segundo Piaget (1990:88) *ele não consegue responder segundo o encaixe  $A \subset B$ , porque se pensa na parte A o todo deixa de conservar-se como unidade e a parte A só é comparável à sua complementar A*.

Então, para que pudessem entender que mediatriz era mediatriz e também perpendicular e que toda mediatriz era uma perpendicular, mas que o contrário não é verdadeiro, eles teriam que realizar esta operação, que com o exemplo das flores, Piaget mencionou que se completa aos oito anos de idade.

A respeito das semelhanças e diferenças para a tomada de consciência de uma ação e sua conseqüente construção conceitual, há também algo interessante que o referido autor fala a respeito da tomada de consciência. Piaget (1977), diz que existem duas razões funcionais que levam à tomada de consciência. Uma foi descrita por Claparède e mostrava que crianças com idade mais nova têm tendência a verem as coisas de maneira mais genérica do que nós adultos e tomam mais consciência das características diferenciais do que das semelhanças. Isso desencadearia uma inadaptação que teria como conseqüência a tomada de consciência. O outro seria um fator que ele caracterizou como uma regulação mais ativa, como por exemplo, a busca de novas soluções para alguma coisa que não é propriamente uma inadaptação, mas um desejo de criatividade.

O primeiro fator está confirmado pelos enunciados dos meninos que, em todos os casos, descreveram somente as diferenças. Por exemplo:

*\_ Mediatriz é uma risca no meio e perpendicular não fica no meio (Lia, 13 anos).*

A palavra "meio" é essencial para marcar essa diferenciação e apenas três estudantes centraram sua comparação através dela. As demais analisaram através de transformações não tão relevantes, impregnadas da experiência de arrastar :

*\_ As perpendicular são retas que cruzam e não cruzam e as outras sempre ficam cruzada (Chico, 14 anos).*

#### 2.2.2.4. Segunda aplicação da questão da ponte - os postes de iluminação

Na décima sessão, aplicamos a questão do poste de iluminação na figura 12, que foi descrita em uma seção anterior. Somente três estudantes conseguiram resolvê-la; e sem muita segurança, usando mais uma estratégia de tentativa e erro. Primeiro tentavam outra opção e, quando sugeríamos que resolvessem com mediatriz, eles conseguiam (os outros mesmo com esta sugestão não acertavam).

A seguir, entrevista de Carlos (14 anos). Inicialmente, leu o problema e pedimos para ele explicar, quando observamos que não o havia entendido. Repetimos a explicação. Certificamo-nos de que havia entendido e dissemos que procurasse a maneira mais fácil de resolver a questão.

*E- Por que colocou essa reta?*

*C- Fica no meio.*

*E- Colocando uma mediatriz você pode resolver.*

*C- É aqui?*

*E- Explique-me aí porque deu certo?*

*C- Porque a distância desse ponto aos outros pontos é igual.*

*E- Porque é igual?*

*C - Porque fica sempre no centro.*

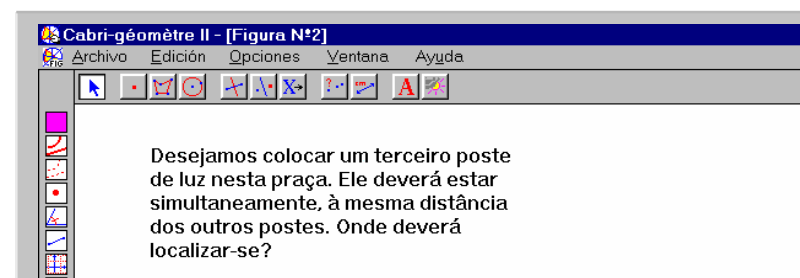


Figura 12. Resposta certa de Carlos (14anos).

A maioria das crianças não conseguiu encontrar a resposta a esta questão. Transcreveremos a resposta de Ramon (13 anos), um dos garotos que respondeu de modo incorreto:

*E - O que você entendeu?*

*C- Fazer um poste.*

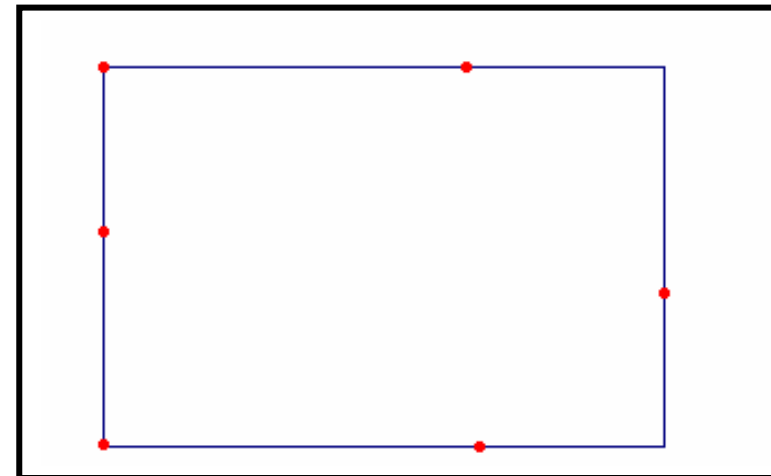


Figura 13. Primeira tentativa de Ramon (13 anos).

*C- Assim? (Mediu)*

*C - Quantos pontos fizeste?*

*E - Quer tentar de novamente? Você pode tentar usando mediatriz. Reiniciamos.*



Fez novamente um ponto na linha horizontal debaixo e clicou nele, calculou a mediatriz dos pontos que não eram necessários à resolução do problema e depois mediu os pontos numa sucessão de a para b, de b para c .

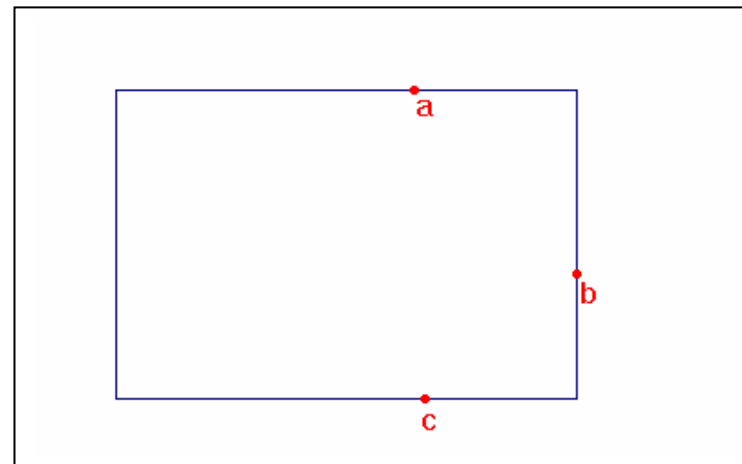


Figura 14. A resolução de Ramon

Ao refletir sobre o “insucesso” do grupo para aplicar o conceito que havíamos explorado tão intensivamente, pudemos observar que os alunos aprenderam a realizar o cálculo com mediatriz num plano vertical ou horizontal. Quando passamos a figuras como a da praça, nas quais os pontos que representavam os postes formavam uma representação em diagonal, verificamos que os conceitos que eles aprenderam (na intervenção não nos preocupamos em transmitir conceitos científicos) eram impregnados da experiência e não transcendiam a ela. Se aprenderam, por exemplo, a procurar a mediatriz do lado de um quadrado, a mediatriz era como se fosse propriedade do quadrado. À medida que fomos enriquecendo suas experiências com várias figuras, a formulação do conceito tornava-se mais genérica. Decidimos, então, nas sessões posteriores, propor problemas que proporcionassem oportunidades de utilizar a mediatriz em outros planos que não o estritamente horizontal ou vertical.

Um conceito bem formulado não habilita o aluno ou aluna a aplicá-lo com facilidade, porquanto o raciocínio lógico não está imbricado com a fluidez verbal, pois existem pessoas que solucionam muito bem problemas práticos, mas não sabem formular ou descrever tal ação verbalmente, embora haja pessoas que formulam muito bem determinadas coisas no plano verbal, mas não conseguem ter boa aplicação disso na praxis. Vergnaud (1996:15) diz claramente que *o processo de conceitualização não se faz por simples generalização. A generalização só é possível porque vamos pagar o preço de certas operações de pensamento.*

Isso significa que generalização requer construção interna do conhecimento e de operações mentais necessárias àquele conhecimento. Esse conhecimento pode existir consciente ou inconscientemente. A tomada de consciência se dá através da conceitualização. O que leva à generalização é a acomodação das estruturas e o que leva ao conceito espontâneo é a tomada de consciência. Uma ação pode ser generalizada e inconsciente? Sim, em termos de esquemas de ação, mas a tomada de consciência pode dar-lhe uma feição mais qualitativa. Pode haver conceitualização sem generalização? Sim. Porque a generalização exige construção. Podemos descrever todo o mecanismo da bicicleta pela observação e não saber andar de bicicleta.

A descoberta do conceito, mesmo o espontâneo, não é suficiente para que ocorra a generalização. E, para que esta aconteça, é preciso ação a fim de que se acomode às estruturas da pessoa. E quanto a uma aprendizagem virtual? Um conceito de desenvolvimento, por exemplo. É o que Vygotsky fala sobre a interação entre os dois conceitos científicos e espontâneos. Mas, se não houver ação sequer virtual, essa integração não ocorrerá, e portanto, não será generalizável dentro de um conjunto conceitual coerente da pessoa envolvida. Este talvez seja como o exemplo da pessoa que diz acreditar num conceito construtivista de desenvolvimento e, na sua prática como educador, não incorporá-lo em suas ações.

Para Piaget, a elaboração de um conceito está relacionada com a tomada de consciência daquela ação. A tomada de consciência para o primeiro autor não é um processo de iluminação súbita, mas uma reconstrução gradual da ação. Ele diz que a tomada de consciência de uma ação, por exemplo, andar de bicicleta, procede dos resultados da ação para a compreensão da própria ação. O objeto só pode ser conhecido a partir de uma interação com ele ou observação de uma interação. Então, para conhecer os mecanismos que permitem com que uma bicicleta ande, é preciso vê-la andar e analisar que tipos de movimentos são necessários para que isto aconteça, a fim de que, finalmente, seja possível compreender os mecanismos implícitos neste. Depende também do desenvolvimento das estruturas. Os estudantes, ao desenvolverem o seu “conceito” de mediatriz, por exemplo, o faziam a partir dos resultados que sua ação virtual provocavam na figura.

Após estas reflexões, na décima primeira sessão, fizemos uma revisão de mediatriz, trabalhando essa propriedade: a distância de um ponto qualquer sobre a mediatriz é sempre

igual aos pontos pelos quais ela foi calculada. Os alunos afirmaram que compreenderam melhor. Nas sessões seguintes, trabalhamos com ângulos e simetria. Na décima quinta sessão, revisamos tudo o que havíamos trabalhado, explorando as figuras e conceitos desenvolvidos pelos alunos. A revisão foi realizada através da abertura dos arquivos pessoais que cada estudante possuía no seu computador. Lá estavam armazenados os conceitos e as figuras que eles construíram no decorrer do curso.

#### **A aplicação da Questão da Ponte na décima sexta sessão (terceira aplicação)**

Das três crianças que não conseguiram resolver, uma foi Ane (14 anos). Ela foi a garota que teve o maior número de faltas. A maioria de suas respostas às questões-problemas tendia, geralmente, ao sincretismo.

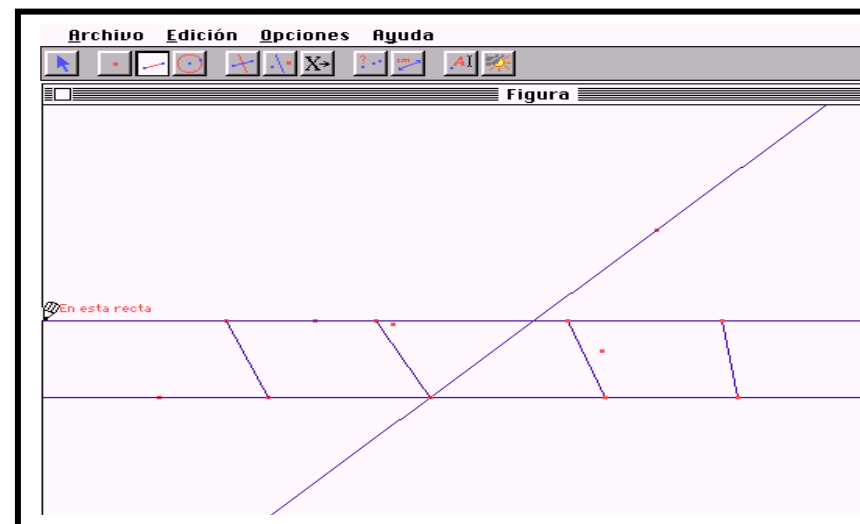


Figura 15. Desenho de Ane

Ane iniciou a resolução da questão indo na opção reta; a seguir, fez duas retas cortando o rio e os dois pontos. Depois fez segmentos de retas perpendiculares a estas duas retas e disse que a ponte ocupava toda esta extensão que era a largura do monitor. Perguntamos o que havia entendido a respeito do problema e repetiu, claramente, a explicação do enunciado. Contudo, não observou nenhum dos critérios solicitados por esta e respondeu aleatoriamente.

Chico (14 anos) também não se lembrou de pista nenhuma para responder. Era uma garoto tímido que se sentia muito incapaz, achava até que não tinha boa memória. Mas que, em relação ao início do trabalho, já estava mais desenvolvido, conseguindo solucionar problemas

e verbalizar muito mais. Lia (13 anos) calculou mediatriz, mas não soube localizá-la na interseção com o rio. Na figura 16, sua resposta na tela do *Cabri-géomètre*.

Os demais resolveram o problema com segurança, com exceção de Vinícius e Ramon, que titubearam um pouco, achando que era possível encontrar a ponte com ponto médio (ao calcular-se com ponto médio, esta ficava fora do rio e não levava em conta a interseção necessária para integrar os três pontos assimétricos). Usaremos trechos da entrevista com Vinícius (12anos), para ilustrar.

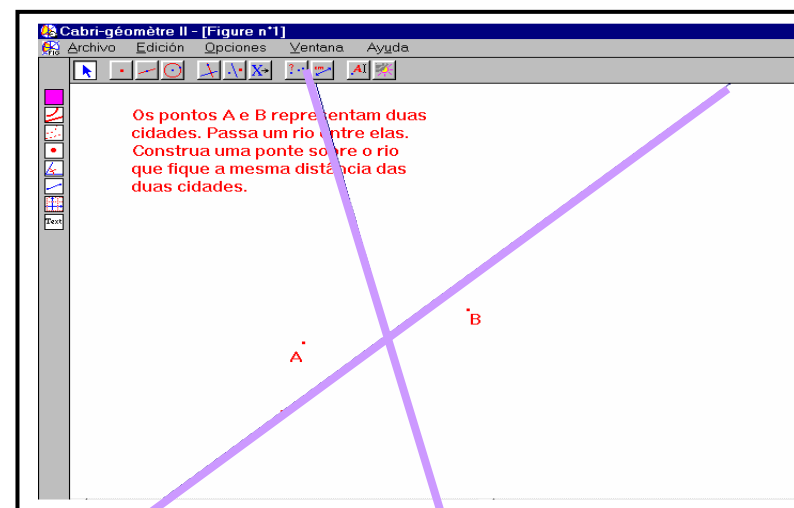


Figura 16. A resposta de Lia à questão da ponte, calculou, mas não soube onde localizar a ponte.

*C- Só colocar ponto médio.*

Ponto ficou fora do rio.

*E- Tem que ser em cima do rio.*

Insistiu que não precisava. Resolveu usar mediatriz. Disse que onde ficava cortado na reta era a mesma distância para os dois pontos, porque a mediatriz fica no meio dos dois pontos.

Vale ressaltar que Vinícius foi um dos garotos que haviam tido melhor desempenho nas tarefas e também tinha conseguido responder a questão dos postes de iluminação corretamente.

O restante dos alunos encontrou a resposta adequada para o problema. Eles usaram uma estratégia semelhante à que foi utilizada por Luísa ( 13 anos ) cujo trecho da entrevista será descrito a seguir, a título de ilustração.

Pedimos para que explicasse o enunciado do problema e o fez com clareza.

*E- Como pode descobrir? O que você falou tá certo.*

Olhou, pensou um pouco e usou o comando mediatriz. Colocou o ponto no cruzamento da mediatriz com a reta que representava o rio.

*E- Por que?*

*C- Porque mediatriz é o meio.*

*E- Porque mediatriz encontra o meio?*

*C- Porque mediatriz é como se fosse o ponto médio dos dois pontos.*

Apesar de alguns meninos terem confundido o conceito de ponto médio com mediatriz, que de fato possuem características em comum, dez desses jovens conseguiram aplicar ferramentas trabalhadas com o *Cabri-géomètre* para resolver esta questão-problema, que não dizia exatamente que opção eles deveriam utilizar para encontrar a solução.

### **2.3. Cabri-géomètre: um diferencial para a aprendizagem?**

Observamos, através da presente pesquisa, que *Cabri-géomètre* pode constituir-se numa ferramenta bastante eficiente que, se associada a um professor bem preparado, poderá contribuir para estimular as habilidades intelectuais dos estudantes.

Soto, Bischoffhausen, Reicharottm e Araya (1997) relataram uma pesquisa onde tentaram atuar de modo interdisciplinar nas áreas de linguagem e matemática com o *software*: “Preparando un campañños”. Neste trabalho eles demonstraram como algumas habilidades intelectuais podem ser desenvolvidas através da informática educativa, melhorando a qualidade do pensamento dos alunos. No quadro abaixo, transcrevemos as habilidades descritas Soto, Bischoffhausen, Reicharottm e Araya (1997:99) na coluna A; na coluna B, faremos uma correlação de cada habilidade descrita por tais autores com algumas atividades, que segundo

nossas observações no âmbito desta pesquisa, podem ser realizadas com *Cabri-géomètre* com intuito de desenvolvê-las.

| <b>COLUNA A</b>   | <b>COLUNA B</b>  |
|---|--|
| <b>Habilidade Intelectual</b>   | <b>Exemplo de uma atividade com o <i>Cabri-géomètre</i> que a estimula</b>   |
| 1. Analisar - examinar algo metodicamente identificando as partes e as relações com estas partes.                     | <b>Arrastar uma figura observar suas transformações.</b>   |
| 2. Aplicar - por em prática um conhecimento a fim de obter determinado efeito.  | <b>Pegar um conceito como o de simetria, por exemplo, e aplicá-lo para obter figuras.</b>                                  |
| 3. Argumentar - Justificar as alternativas de solução de determinadas situações-problemas.                            | <b>Justificar por que resolveu desta ou daquela maneira determinada situação problema.</b>                                 |
| 4. Classificar - agrupar elementos em classes ou categorias exclusivas.   | <b>Agrupar determinadas figuras, segundo um mesmo critério.</b>  |
| 5. Comparar- estabelecer relações de semelhança e diferença entre elementos.  | <b>Estabelecer comparações entre figuras diferentes para compreender seu conceito. Exemplo: perpendicular e mediatriz.</b> |
| 6. Comprovar - verificar o processo de resolução e dos resultados de problemas.                                       | <b>Comprovar uma propriedade geométrica ou mesmo uma hipótese pessoal em situações tipo caixa-preta.</b>                   |
| 7. Comunicar - transmitir ou receber informações, sinais ou mensagens por meio de gestos, palavras e outros símbolos. | <b>Comunicar-se com outros a respeito da tarefa e também com a própria linguagem computacional</b>                         |

|  |  |
|--|--|
| 8. Cooperar - trabalhar com outros para o mesmo fim.   | <b>Em desafios a serem resolvidos em dupla, por exemplo.</b>   |
| 9. Criar - desenvolver processos e/ou produtos originais.  | <b>Criar figuras, construções, pois <i>Cabri-géomètre</i> é um <i>software</i> aberto que oferece amplas possibilidades de criação.</b>            |
| 10. Descrever - representar algo através da linguagem, delineando suas partes, características e circunstâncias. | <b>Descrever o processo de uma atividade, transformando a ação em linguagem .</b>  |
| 11. Estimar - Chegar a uma aproximação valorativa ou quantitativa a partir dos dados.                            | <b>Estimar valores ou resultado, partindo de dados anteriores como por exemplo: qual a medida do ângulo c do triângulo x, já se sabendo a e b?</b> |
| 12. Evocar - ativar informações armazenadas na memória.  | <b>Estimular a revisão de conceitos e atividades através de uma visita aos arquivos .</b>  |
| 13. Hipotetizar - desenvolver uma explicação razoável dos fatos, baseado em suas análises e evidências.          | <b>Em situações caixa-preta, cada um pode ter uma hipótese de como foi feita aquela figura.</b>  |
| 14. Inferir - tirar conclusões a partir das informações disponíveis.   | <b>Resolver uma situação-problema tendo como base um conceito já aprendido.</b>  |
| 15. Investigar - indagar com o fim de obter informações.   | <b>Perguntar ou pesquisar respostas a dúvidas suscitadas pelas situações problemas.</b>  |
| 16. Memorizar - Fixar e reter informação.  | <b>A possibilidade de trabalhar de modo concreto com figuras abstratas e de agir sobre elas facilita a memorização.</b>                            |
| 17. Organizar - ordenar as partes para que elas funcionem juntas, de maneira                                     | <b>As informações para conseguir resultados ou os próprios resultados, quando atingidos por intuição para</b>                                      |

|   |   |
|---|---|
| coordenada.   | <b>explicá-los.</b>   |
| 18. Perseverar - desenvolver uma atividade começada, até concluí-la.  | <b>Atividades desafiantes e bem conduzidas estimulam o aluno a concentrar-se nela e perseverar.</b>   |
| 19. Predizer - anunciar um fato que irá ocorrer, baseando-se nas circunstâncias.  | <b>Ele pode supor onde aparecerá uma construção que foi realizada através de simetria axial.</b>  |
| 20. Relacionar - estabelecer uma conexão entre dois ou mais elementos.  | <b>Na construção de figuras complexas chamadas macro-construções, é possível relacionar algumas propriedades geométricas diferentes de maneira simultânea .</b> |
| 21. Tomar decisões - selecionar um curso de ação entre várias alternativas.   | <b>É possível escolher entre os vários recursos uma maneira de resolver determinadas situações-problemas.</b>   |
| 22. Valorar - apreciar algo em seu sentido positivo ou negativo.  | <b>Saber apreciar as melhores construções e melhores soluções para determinados problemas.</b>  |
| 24. Sintetizar - extrair o fundamental de algo, prescindindo do que não é necessário. Compor um todo, partindo de seus elementos. | <b>Através da formulação de conceitos, cujas características essenciais foram categorizadas através da análise, comparação e experimentação.</b>                |

#### 2.4. Fim da "aventura"?

Em sua obra: Seis estudos de psicologia, Piaget (1964:73) tem um discurso muito elucidativa a respeito do estudo do pensamento:



*meu amigo Elsin, a quem devo a honra de ter-me convidado para falar neste instituto, pediu-me para expor um assunto muito amplo, sem dúvida para ver como conseguia sintetizá-lo. Com efeito, “o pensamento da criança” é um assunto imenso que estudo a mais de quarenta anos, sem ainda o ter esgotado.*

Concordamos com sua opinião e acreditamos que a aventura de investigar os processos psicológicos envolvidos na aprendizagem é interminável; por isso mesmo, ter a pretensão de querer esgotar o assunto, faz alguns comentários a respeito do processo de aprendizagem em relação à geometria e ao desenvolvimento de conceitos dos estudantes

Procuraremos ilustrar, também, usando alguns dos depoimentos dos estudantes, sobre a avaliação destes a respeito do ensino assistido por computador. Também, ressaltaremos nestes comentários, a importância do professor como mediador deste processo e dos fatores socioculturais que percebemos terem tido influência no desempenho dos alunos.

Percebemos que foi muito importante para as crianças, esta oportunidade de ter acesso a este trabalho, porque elas foram estimuladas a produzir os próprios conceitos, através da experimentação com o *Cabri-géomètre*, onde arrastavam as figuras e observavam suas transformações, comparavam com outras, tinham que sintetizar isto e formular um "enunciado conceitual." Podem não ter desenvolvido suas estruturas mentais a um nível significativo, mas ficou claro que conseguiram progressivamente elaborar conceitos de melhor qualidade e demonstrar uma maior diferenciação em seu pensamento. Acreditamos que alguns programas como este podem, dependendo da habilidade do professor, estimular as habilidades intelectuais dos estudantes e levá-los a refletir sobre sua ação. Acreditamos, também que a maioria dessas crianças realmente generalizou o conceito de mediatriz, porque eles o utilizaram de modo seguro na resolução do problema que não dizia: resolva com mediatriz e encontre.

Na presente investigação, também procuramos observar como os alunos representavam algumas figuras geométricas com papel e caneta, após trabalhá-las com o *Cabri-géomètre*. Propusemos aos alunos que desenhassem numa folha de ofício as figuras:

reta, semi-reta, segmento de reta. Pedimos, também, que representassem ponto médio e mediatriz. Em matemática, segundo Imenes & Lelis (1998:274)), "uma linha traçada com régua é uma linha reta"; a reta é concebida como sem começo, sem fim e sem espessura. Essa foi exatamente a representação conceitual feita pela maioria dos alunos e alunas. Ao desenhá-la com lápis e papel, a desenharam tendendo ao infinito em suas extremidades. No entanto, fizeram o mesmo ponto sobre a figura existente no Cabri, conforme podemos verificar na figura 17.

Na construção axiomática da geometria euclidiana, um dos axiomas diz que que por dois pontos distintos passam uma única reta. A reta representada por 80% dos estudantes tinha um ponto em cima. Também Laborde (1993), ao investigar o que os jovens aprendiam com o *Cabri-géomètre*, entre suas observações, descreveu que eles determinavam a reta com um ponto sobre ela e não dois. Em relação aos conceitos e representação gráfica de figuras geométricas, é interessante que o uso de gráficos, lápis e papel não seja suplantado pelo uso exclusivo deste aplicativo, para que não se crie uma geometria do *Cabri-géomètre*, e os estudantes não generalizem a geometria como sendo este *software*, que deve cumprir sua função como ferramenta auxiliar. Momentos para outro tipo de atividades que envolvam papel e caneta, atividades opcionais e mesmo a teoria através de livros, necessitam ter seu espaço nesta modalidade de ensino.

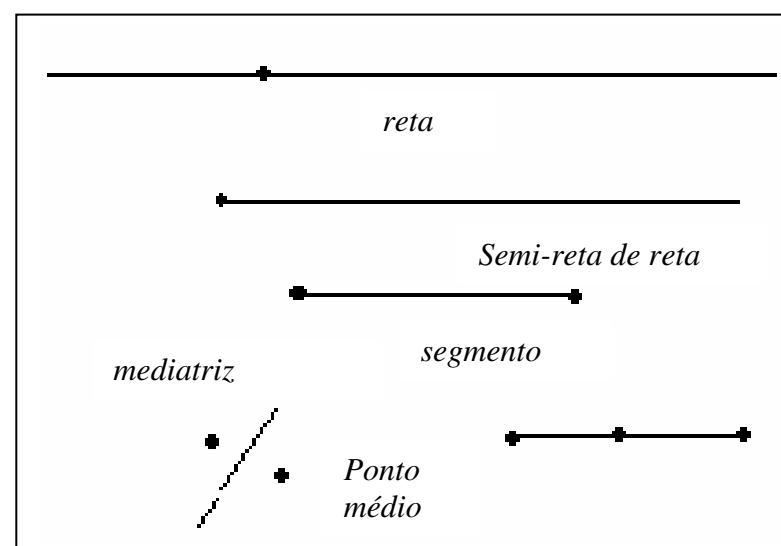


Figura 17.  
Representação  
gráfica de  
Henrique (14  
anos)

Pudemos observar no decorrer de nossa intervenção que as crianças, algumas vezes, entendiam o enunciado de uma questão e podiam até explicá-lo fielmente, mas não possuíam,

às vezes, a representação interna da operação a ser realizada. Isso nos remete a célebre analogia entre pensamento e linguagem. O conceito, da maneira como é expresso por Vygotsky, refere-se à lógica de classes. Exemplo: O que é um cachorro? O cachorro é um animal mamífero... Mas, o pensamento vai muito mais além da lógica das classes, porque no nível formal ele opera com relações entre classes, relações que observam simultaneamente o grupo de quaternidade das operações, mecanismo já descrito na explicação da Questão dos Vinte e Três Reais. A lógica das operações, nesse sentido de compreender transformações simultâneas, superam a lógica da linguagem.

Ao analisar os conceitos desenvolvidos pelos alunos, observamos que os elaboravam ressaltando sua funcionalidade ou formulavam pseudoconceitos, e pouquíssimos desenvolveram o conceito propriamente dito, ou seja, o conceito científico, de acordo com as características de classificação de Vygotsky. Não queremos com isto desvalorizar os conhecimentos conquistados pelos alunos, que foram muito ricos, mas apenas deixar claro que, de acordo com esta classificação, a qual achamos bastante procedente, outro patamar ainda necessitava, em termos de construção conceitual, ser alcançado.

Constatamos, de acordo com a nossa prática, que Vygotsky estava absolutamente certo ao valorizar a instrução construída através da interação de conceitos espontâneos e científicos. Por isso, as descobertas dos estudantes através de uma metodologia que estimule a atividade e os desafios devem estar também vinculadas a momentos com o professor, nos quais ele possa sintetizar os conhecimentos já construídos espontaneamente e relacioná-los com os já construídos cientificamente dentro de determinado assunto. Mas, embora concordando com que a instrução é necessária para o desenvolvimento, para que este realmente ocorra, é preciso haver interação dos conceitos espontâneos e científicos e isso não ocorre sem ação, seja esta no plano concreto ou virtual.

Acompanhando o processo dos estudantes, verificamos que conceituar não implica generalização. Existe uma diferenciação entre a generalização de um conceito espontâneo gerado na vivência e ação espontânea para o conceito adquirido de modo verbal pela consciência. Para conceituar um comportamento que existe como ação, a tomada de consciência, segundo Piaget, é o canal necessário. Ela reconstitui a ação no plano verbal e

reflexivo de modo mais rico, porque desprendido do concreto. Piaget descreveu em suas obras “Fazer e compreender”(1978) e “A tomada de consciência” (1977) a respeito da elaboração de conceitos espontâneos para conhecimentos que já estavam incorporadas no plano da ação. Mas, para o conceito que penetra pelos portais da consciência, como no caso do conceito científico, este conhecimento ainda não está generalizado. Serão necessários os mecanismos de acomodação para que haja essa generalização.

Acreditamos que os conceitos formulados pelos garotos com o *Cabri-géomètre* não eram totalmente espontâneos, porque eram intermediados por nós, monitores, e não estavam incorporados à vivência anterior dos alunos. Mas, também, não eram totalmente científicos, no sentido já descrito por Vygotsky, porque eram de certa forma construídos pela ação dos estudantes com a intermediação que consistia em contra-exemplos e desafios. O certo é que eles ainda não estavam acomodados aos esquemas das crianças e que a simples enunciação do conceito não as levava a saberem como aplicá-los em outras situações, ou seja, não os generalizava. A aprendizagem incorpora elementos do contexto e necessita de vivências e experiências múltiplas para que possa abstrair-se dele. Disso decorre que uma seqüência didática, se possui como objetivo levar os alunos a generalizar, precisa proporcionar contextos diversificados de aplicação. Por exemplo: procurar a mediatriz em várias figuras: triângulo, quadrado, segmento de reta...

A diferença entre os alunos ditos mais fortes e mais fracos foi observada numa tendência dos mais fracos a serem mais sincréticos e mais egocêntricos intelectualmente. Contudo, nem sempre o mais fraco teve o pior desempenho em todas as atividades. Chico, por exemplo, que nem sempre se saía bem com os problemas ou com a elaboração de conceitos, avançou de modo extraordinário nos desafios do *software* chamado Box World, um joguinho muito interessante que possui 100 níveis de dificuldades crescentes e que exige estratégias de planejamento espacial.

A esse respeito, a teoria de Gardner, das inteligências múltiplas, tem uma explicação que julgamos interessante. Ele diz que inteligência é muito mais do que raciocínio lógico, como supôs Piaget, e propõe uma definição mais abrangente: *Inteligência é a capacidade de resolver problemas ou elaborar produtos que sejam valorizados em um ou mais ambientes*

*culturais ou comunitários* (Gardner, 1994:14). Com esta ampliação, ele descreveu sete inteligências: inteligência musical; inteligência corporal-cinestésica; inteligência lógico-matemática; inteligência lingüística; inteligência espacial; inteligência interpessoal e inteligência intrapessoal. Para classificar essas sete inteligências ele lançou mão de alguns critérios:

- a) seus estudos sobre crianças normais; com danos cerebrais; crianças que apesar de algum tipo de retardamento, possuíam determinadas habilidades especiais; indivíduos talentosos; estudos sobre a evolução da cognição ao longo do milênio, incluindo a psicométrica;
- b) toda inteligência possui uma operação peculiar com uma base neural e estímulos que a desencadeiam;
- c) toda inteligência possui um sistema de símbolos, ou uma linguagem própria.

A partir dessas considerações, ele propôs uma escola que avaliasse de maneira sensível as habilidades daquelas crianças consideradas incapazes e fizessem uma pesquisa na comunidade para avaliar como poderia ela se desenvolver naquele habitat. Chico era uma criança bloqueada, com enormes dificuldades, e, qual não foi nossa surpresa, ao vê-lo superando os amigos num jogo considerado não muito fácil nem para adultos...Compreendemos, então, com este e com outros exemplos, que a performance de uma criança em um teste não é suficiente para avaliá-la quanto as suas potencialidades. E que aquela criança, como outras também, embora tivessem tido um desempenho não muito bom em questões que exigiam no raciocínio lógico-matemático, possuíam habilidades que eram desvalorizadas e desconhecidas pelo viés da escolarização formal.

O *Cabri-géomètre* é um *software* que é, por si, só desinteressante, porque as crianças preferem os jogos de multimídia com cores, som e ação até pelo fato de serem mais lúdicos e mais envolventes. Porém, é uma ferramenta poderosa para desenvolver as habilidades intelectuais das crianças, desde que conduzida por um professor que saiba propor bons desafios com ele e que se preocupe verdadeiramente com a subjetividade da aprendizagem dos alunos.

É interessante lembrar que a aprendizagem não é impessoal e o afeto é a energia da ação, como frisou Piaget. Sem "energética", toda ação é desinteressante. Essa motivação passa pelo relacionamento pessoal, que principalmente com crianças e adolescentes não deve nunca ser descuidado. A figura do professor é fundamental, por isso o investimento em tecnologia sem investir em recursos humanos torna-se uma panacéia . Piaget defendeu a *formação do professor como questão primordial de todas as reformas, sem o qual não adianta belos programas ou belas teorias a respeito do que deve ser realizado.* (Piaget, 1976:28).

Faz-se presente a necessidade do professor-mediador, crítico, com formação politizada, para contribuir com o desenvolvimento da capacidade de discernir de seus alunos . Um professor envolvido com o que faz, com o domínio de seu saber, será insubstituível. Muitas pessoas se referem ao fato de que o professor está se sentindo ameaçado no seu papel devido ao avanço da informatização escolar. Isso é saudável, pois o atual contexto exige uma redefinição urgente do professor, que não deve continuar atuando nos moldes do ensino tradicional. A mexida nesse sentido é importante, pois poderá contribuir para fomentar internamente essa redefinição de papéis e não devemos esquecer que sempre saímos mais enriquecidos dos momentos de crise.

A tecnologia precisa ser encarada como um aliado que, para dar sua efetiva contribuição em nossa formação, necessita de um direcionamento que tem origem em uma concepção política e epistemológica. Isso reporta a questões mais amplas de ordem social, política e econômica que, se não forem devidamente direcionadas, tornarão a democratização do conhecimento proposta como uma possibilidade através da Internet, apenas mais uma falácia. De nada contribuirá grande quantidade de dinheiro empregado na informatização da escola pública, pois computadores são importantes na escola, mas eles não são o centro do processo educacional de um país e sim os recursos humanos. Professores bem preparados é que poderão dar o diferencial a este ensino assistido por computador e enriquecer qualitativamente o processo educacional.

Valente e Almeida (1997), ao analisar a formação do professor no Brasil, quanto a preparação para usar o computador na educação como uma ferramenta, fizeram uma retrospectiva histórica dos nossos modelos inspiradores, originários principalmente de França

e dos Estados Unidos. Estes autores chegaram à conclusão de que o projeto de utilização dos computadores na educação não atingiram, nesses países, os resultados esperados. O sucesso destes programas, segundo eles, está condicionado a formação de professores dentro de um paradigma que os coloquem como agentes investigativos e cooperativos do processo. Contudo, a introdução da informática na educação contribui para rever essa necessidade de se investir em formação, que como qualquer processo de transformação, é uma dura construção coletiva.

É extremamente valiosa a oportunidade de concretizar figuras e até mesmo propriedades geométricas, porque torna muito mais fácil e mais interessante o aprendizado da geometria. Mas, o que vai mudar a qualidade do ensino será o tipo de abordagem dada pelo professor, que dependerá dele e da sua concepção de homem e de aprendizagem. Acreditamos que muita gente nem se quer tem consciência de própria concepção, o que não é bom para a concretização dos objetivos educacionais, porque o educador precisa ter internalizada uma intenção clara do que deseja alcançar.



Figura18. Visualização da fisionomia do aluno com o computador  
(a imagem foi capturada através de das filmagens).

Contudo, potencialmente, o ensino assistido por computador pode proporcionar várias oportunidades aos alunos como:

- a) aprendizagem mais ativa e interativa, não passiva como numa emissão de TV. O aluno pode interagir com o computador, propor soluções, ter *feedback*; através da figura 18, podemos visualizar, pela expressão do rosto do aluno, uma postura que nos leva a crer que ele está tendo uma atitude mental ativa de interatividade com a máquina.
- b) a aprendizagem deixa de ser auditiva e passa a usar também recurso visual, o que é muito interessantes às crianças que têm predominância visual, mais do que auditiva, como o caso de algumas crianças com desvios de aprendizagem;
- c) um *software* aberto pode ser um ótimo recurso para desenvolver a criatividade, autonomia e as habilidades intelectuais descritas;
- d) proporciona trocas grupais;
- e) eleva o nível de interesse e concentração;
- f) favorece situações em que podem acontecer aprendizagens mais individualizadas.

Os garotos com desempenho mais brilhantes no estudo foram Vinícius e Fred. Foi muito interessante relacionar esse desempenho com a cultura familiar. O pai de Fred tinha curso superior, era professor e o seu primo lhe dava aulas de informática. A mãe de Vinícius trabalhava numa biblioteca e sempre levava livros para os filhos lerem. Vinícius tem computador. Ora, esses detalhes indicaram que havia uma maior circulação de estímulos no que diz respeito à cultura mais acadêmica no meio ambiente de cada um destes garotos.

Roazzi (1996), num artigo sobre o papel da experiência, do significado e da representação no desenvolvimento de habilidades cognitivas, concluiu que o meio social tem uma repercussão muito grande no desenvolvimento das habilidades cognitivas. Para ilustrar, transcreveu os resultados de uma pesquisa com aborígenes que tiveram fraco desempenho em testes piagetianos, para verificar por que eram tão fracos cognitivamente e resistiam tão bem numa região tão inóspita nos desertos ocidentais. Eles descobriam, no grupo, o desenvolvimento de uma habilidade intelectual superior à das crianças brancas: a memória viso-espacial. A explicação é que essa habilidade era exigida para a sobrevivência, pois eles tinham que encontrar o caminho em regiões desérticas ocidentais em relevos monótonos e uniformes. Desta vinculação do meio à qualidade das experiências que este proporciona aos indivíduos, pode ser deduzido que investir em educação é muito mais do que investir somente



na escola. Isso compreende políticas sociais mais abrangentes, que ensejam o enriquecimento e crescimento e o cultural do cidadão.

Os alunos demonstravam muita satisfação nos nossos encontros; chegavam cedo e saíam tarde, praticamente não faltavam. Eles verbalizaram em suas avaliações que gostaram mais do ensino assistido por computador e descreveram, em suas avaliações individuais escritas, o que pensavam ser o diferencial desse tipo de ensino para o da sua própria escola, onde têm ensino transmitido por TV:

- *“Assim é melhor porque lá não tem ninguém para explicar e aqui tem.”*

- *“Pelo computador tem mais tempo de pensar e responder.”*

- *“No computador é melhor porque agente pensa mais e na escola não tem ninguém para explicar.”*

- *“Porque pelo computador tem mais explicação, porque minha professora não ensina.”*

- *“Por computador é mais fácil porque o computador ajuda mais do que na escola que não tem um computador para ajudar.”*

- *“Assim agente se diverte mais.”*

- *“Assim por que aprendemos.”*

- *“Porque é legal e mais atencioso”.*

- *“Porque tem pessoa para explicar.”*

Através dessas avaliações dos estudantes, verificamos que eles privilegiavam não só o ensino assistido por computador, que reconhecidamente facilitava, mas a estrutura de conjunto da intervenção, em que computadores e monitores formavam um todo inseparável. A figura do mediador, na fala dos próprios estudantes, foi algo que contribuiu muito com o processo de aprendizagem deles e é algo de que sentem falta em sua escola.

O orientador de aprendizagem destes garotos não sabe matemática, já verbalizou isto para eles, que nos relataram. Também, vale ressaltar, não é tarefa oficial do cargo de orientador de aprendizagem explicar os conteúdos oriundos do sistema de TV. Quando

estivemos na escola para assistir uma emissão de aula de geometria, isto ficou perfeitamente confirmado.

Evidente, também, foi o prazer que sentiam neste tipo de aula e o tempo que tinham para aprender, que se referiram ser maior do que o tempo "disponibilizado" em sala de aula. Eles disseram muito enfaticamente, que o tempo para as atividades específicas de cada disciplina, que é regulado pelo sistema de TV, através de suas emissões programadas, não estava sendo suficiente para que eles pudessem assimilar o conteúdo transmitido.

Ainda a respeito do tempo, Farias (1998), ao fazer uma análise crítica do telensino no Ceará, a partir da sala de aula, concluiu que o orientador de aprendizagem sofre de alguns *constrangimentos*, tanto pela forma (conteúdo, métodos, planejamento, etc.) como pelo tempo, na medida em que não pode perder as emissões em virtude da *sua fragilidade quanto aos conteúdos*, (Farias, 1998:155). Ele não pode parar, pois é mero executor de um programa de trabalho rigidamente estruturado. Acima dos processos de aprendizagem dos alunos, há um programa a ser cumprido, uma verdadeira corrida "contra o tempo".

Queremos assinalar que foi muito prazeroso trabalhar com essas crianças, em sua maioria, com tantos problemas emocionais e financeiros em casa e com tanta falta de estimulação na escola e no lar. Eram crianças muito sôfregas por aprendizagem e o computador exercia um fascínio para elas, que, em suas fantasias, parecia funcionar como uma promessa de vida melhor.

### CAPÍTULO 3

#### CONJUGANDO EXPERIÊNCIAS NUMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES À DISTÂNCIA

Através do PAPED (Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância), CAPES, fomos a Grenoble em maio de 1998 conhecer o Instituto de Informática e Matemática Aplicada de Grenoble (IMAG) e como funcionava o projeto de ensino a distância de nome TeleCabri. Lá mantivemos contato com os criadores do *Cabri-géomètre* e outros pesquisadores que desenvolvem estudos a respeito da aplicação didática do ensino de matemática assistido por computador. A visita teve como objetivo buscar enriquecimento para esta pesquisa na construção de uma metodologia para o uso do aplicativo, que possui possibilidades riquíssimas e ainda pouco exploradas aqui no Brasil, como também para conhecer a proposta de ensino a distância com o *Cabri-géomètre* a fim de observar como poderia ela contribuir para estruturar um curso para formação de professores.

Descreveremos trechos da visita a Grenoble, que estão diretamente relacionados com esse trabalho, tais como a visita a um Liceu e o projeto TeleCabri. Antes disso, porém, informaremos a respeito da equipe de pesquisa do IMAG, em cuja estrutura estão inseridos os projetos que visitamos.

A equipe do IMAG é interdisciplinar e composta por pessoas que trabalham e pesquisam nas áreas de matemática, didática da matemática, inteligência artificial, psicologia e educação. Há três grandes linhas de pesquisas desenvolvidas no IMAG: pesquisas a respeito da aplicação didática da matemática, dirigidas por Colette Laborde, sobre inteligência artificial, por Jean Marie Laborde e sobre o TeleCabri, por Nicolas Balaacheff, que também dirige toda a equipe.

O trabalho acontece dentro do laboratório, mas também nas escolas de Grenoble e especialmente dentro do Colégio de Moirans, onde Bernarndo Capponi leva adiante observações a respeito do uso do *Cabri-géomètre* em sala de aula.

### 3.1. O que é TeleCabri?

A cada ano, cerca de 500 crianças são internadas em um hospital na cidade de Grenoble, de nome “Hôpital Michallon of Grenoble”. Mme Laurence Thabaet<sup>27</sup> organizou uma estrutura de suporte através de um programa de ensino a distância a fim de que estudantes com idade compreendida entre 11 e 20 anos, que pertenciam ao curso médio ou superior, não se prejudicassem na escola. Os pacientes são classificados basicamente em três tipos: pacientes psiquiátricos, pacientes hospitalizados e os que ficam internados em casa para tratamento continuado.

O TeleCabri faz parte desta estrutura, que também engloba outras disciplinas. Este projeto está vinculado ao IMAG, na Universidade de Joseph Fourier, conforme mencionado. Jean François Bonneville é uma das pessoas responsável pela implantação do projeto de TeleCabri, cujos objetivos principais são os seguintes:

- ◆ dar continuidade ao programa de geometria dos alunos durante o período de sua doença;
- ◆ distribuir os recursos de ensino através da telepresença .

A grande vantagem do ensino a distância nesta estrutura é que consegue canalizar os recursos do ensino de modo a resolver problemas, tais como alunos que estão em tratamento, mas não estão no hospital, alunos que estão em vários departamentos do hospital (que é muito grande) e alunos que não se sentem muito bem com a visita dos professores, porque, de alguma forma se sentem pressionados. Cada emissão atende uma média de 20 alunos, simultaneamente.

<sup>27</sup> URL: [Http://www-cabri.imag.fr/TeleCabri/](http://www-cabri.imag.fr/TeleCabri/) -size 1K-21-Oct-96. Este foi o endereço eletrônico do site da internet, pelo qual tivemos conhecimento deste projeto

Visitamos Grenoble de 12 a 15 de maio de 1988 e conversamos com Jean François Bonneville. Ele nos falou que este trabalho possui três dimensões: a dimensão didática; dimensão técnica e institucional. É necessário um grupo diversificado de especialistas para colaborar com este programa, já que lida com uma vasta área que, além das próprias dimensões internas, envolve parcerias institucionais, com dimensões sociais e individuais sendo mobilizadas. Disso decorre a equipe multidisciplinar possuir, como colaboradores, psicólogos clínicos, do trabalho e sociais, psiquiatras, profissionais da área de ergonomia (ciência que estuda a adaptação do homem ao trabalho) e médicos. Descreveremos posteriormente, em que consistem as três dimensões deste trabalho, mas, antes, apresentaremos a sua estrutura geral de funcionamento.

Esse esquema que elaboramos traduz “*grosso modo*”<sup>28</sup> a arquitetura do TeleCabri e sua função é a de servir como substrato inicial para passar ao leitor um melhor entendimento desta estrutura. Inicialmente, temos as máquinas dos alunos ligadas a um servidor www, no qual há armazenadas situações de aprendizagem já devidamente programadas, agente preceptor virtual, objetos de intervenção e histórico das sessões. Estes itens são todos articulados .

Para explicá-los, iniciaremos comentando por que é utilizada a nomenclatura preceptor. Pavel (1997) disse que Balacheff preferiu usar este termo porque diferencia o ensino através do TeleCabri de um simples programa tutorial, que possui todas as possibilidades de respostas e de correção rigidamente estruturadas. De certa forma, o TeleCabri funciona como um programa tutorial, porque possui um agente preceptor virtual que gere as situações-problemas, intervindo nas dificuldades dos alunos através de uma análise didática realizada *a priori* de possíveis formas para resolver a questão, levando em consideração os possíveis erros e dificuldades pelo aluno.

Ao identificar a dificuldade dos alunos, o preceptor virtual tem dois caminhos a seguir: faz uma intervenção automática, recorrendo aos objetos de intervenção ou recorre ao preceptor humano, o que dá certo diferencial ao sistema que não se fecha em si. A intervenção automática pode ocorrer através de animações, imagens de vídeo, visualizações em três

---

<sup>28</sup> A expressão “*grosso modo*” foi utilizada, porque a estrutura não é linear.

dimensões manipuláveis e outros. Nem todas as dificuldades dos alunos podem ser resolvidas de modo automático, pois sempre existem possibilidades que ainda não foram previstas. Nisso reside a importância do preceptor humano, que poderia intervir na interface dos alunos de três maneiras: direta (através de demonstrações e manipulações da situação problema); indireta (através de explicações verbais, contra-exemplos) e mista, uma combinação dos dois tipos de intervenções.

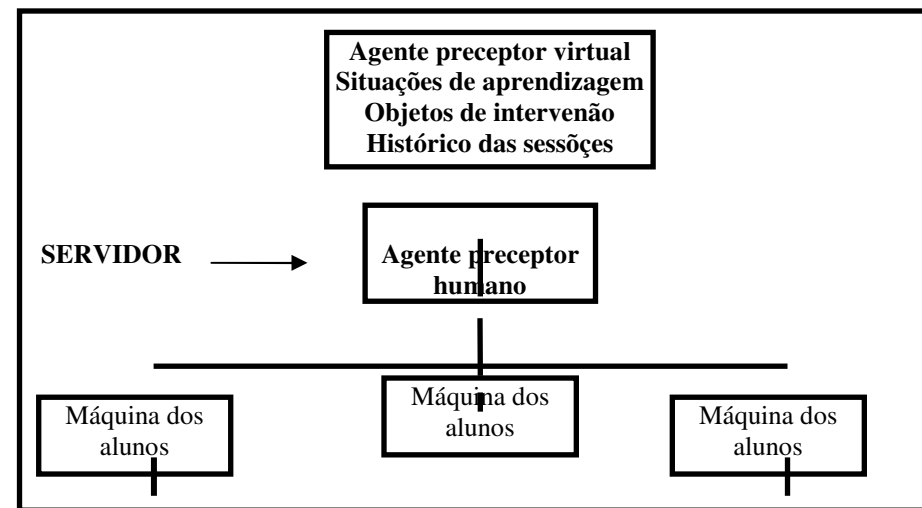


Figura 19. Esquema da estrutura básica do TeleCabri.

O preceptor é aquele que dá preceitos ou instruções, e no caso do TeleCabri, esta organização permite que haja um tipo de negociação entre o aluno e o servidor de uma maneira que supere a rigidez e atenda ao imprevisível. São os dispositivos informáticos telepresenciais que permitem ao professor intervir junto ao aluno de maneira a superar as limitações dos Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIA).

O conceito de análise *a priori* também é muito importante para explicar o funcionamento desta estrutura. É a partir dos dados colhidos através deste recurso metodológico que eles organizam o banco de dados. Este é nomeado **objetos da intervenção** e funciona como um agente preceptor tutorial, cuja função é instruir e tirar dúvidas dos alunos.

A análise *a priori* faz parte da metodologia utilizada pelo IMAG em suas pesquisas.

É um dos componentes de uma intervenção ou seqüência didática que tem por objetivo analisar as estratégias de resolução dos problemas dos alunos. Ao todo, são três componentes que constituem a seqüência didática: análise *a priori*, preparação da seqüência didática, análise *a posteriori*.

Segundo Henry (1997), a análise *a priori* é um conjunto de estudos que concorre para o conhecimento do saber em questão do ponto de vista epistemológico (histórico) e compreensão didática de sua aprendizagem. A análise *a priori* tem por objetivo analisar uma situação-problema antes que ela seja colocada para os alunos e prever suas possíveis formas de resolução.

Por isso, tem como suporte a pesquisa epistemológica do saber que está sendo investigado, as noções conexas que estão envolvidas com o problema, os possíveis erros, acertos, o campo conceitual envolvido etc. Enfim, a análise mais completa que se puder realizar dos modos possíveis de resolver com ou sem acertos o problema, cuja função é levantar elementos o bastante para que o observador esteja bem instrumentado para proceder as suas análises *a posteriori*, após o planejamento da seqüência didática que é também subsidiada pelos achados da análise *a priori*. A seqüência didática integra ainda conteúdos; métodos; campo conceitual; gestão dos erros dos alunos; formulação dos obstáculos epistemológicos; atenção ao nível dos estudantes, bem como de suas reações; tempo e ambiente onde será desenvolvida a atividade.

A análise *a posteriori*, segundo Henry, Michel (1997), é o conjunto de informações obtidas a partir das observações da gestão de uma seqüência de ensino. Tem como objetivo desvendar o conhecimento didático necessário para a aprendizagem do aluno em relação a um determinado saber. Tem como base o protocolo de observação dos alunos, as referências da análise *a priori*, os quadros com os objetivos das observações bem delimitados, a análise dos erros dos alunos, entre outros procedimentos. Podemos dizer que ela servirá como retroalimentação para a análise *a priori* e desenvolvimento de outras seqüências posteriores, a fim de concorrer para um aperfeiçoamento didático de determinado saber.

Esclarecida a estrutura básica da arquitetura do TeleCabri, queremos retomar a entrevista com Bonneville<sup>29</sup>, sintetizando suas idéias sobre as três dimensões do TeleCabri, descritas logo a seguir.

### 3.1.1. Dimensão didática

Esta dimensão irá ocupar-se dos aspectos didáticos deste tipo de ensino, o qual inclui as questões essenciais tais, como o que ensinar, como ensinar, como avaliar, relação professor/aluno e planejamento. A didática do TeleCabri se depara com problemas novos em razão das seguintes causas específicas:

- está trabalhando com uma clientela diferente, que possui problemas de saúde, cujas as causas são diversas;
- análise da complexidade de uma tarefa através do tutor no contexto da telepresença bem como das ferramentas necessárias para o tutor humano que está distante;
- o espaço físico é virtual e limitado pelos recursos das telecomunicações que, no caso, são de três tipos: oral, visual e escrita; o espaço de trabalho virtual de que se dispõe permite que os desenhos e resoluções gráficas realizadas pelos alunos possam ser alterados e modificados pelo professor e aluno, de acordo com os objetivos didáticos;
- é necessária uma "modelização" dos conteúdos da geometria para o *Cabri-géomètre* e para o ensino a distância; para isto, é necessário conhecer algo de ciência da computação e das telecomunicações;
- existem algumas atividades nos quais os alunos trabalham de modo autônomo e outras em que eles têm o professor;
- todas as atividades e tarefas são abordadas através do modelo de solução de problemas;
- a telepresença cria uma modalidade de relacionamento na qual o conhecimento é sua base principal;
- há também um tipo de comunicação nova entre aluno e professor que, ligados em rede, trabalham em cooperação .

### 3.1.2. Dimensão técnica

<sup>29</sup> Conversa de Boneville conosco, na sede do IMAG em Grenoble na França.



Ainda segundo Bonneville, este trabalho é custeado através de diversas parcerias: a prefeitura fornece 1400 francos quando o aluno sai para tratamento, a universidade idealiza toda infra-estrutura técnica e didática; a Harlet Packet cede os computadores. Ainda existem algumas pessoas que trabalham como voluntárias. O aparato técnico consiste nos equipamentos descritos abaixo:

- cada estudante tem a seu dispor um computador com o *Cabri-géomètre* instalado e um editor de texto que permite tomar notas e solucionar os problemas, interligado a um servidor www;
- um ícone que funciona como botão de atalho para chamar o professor, quando o aluno precisar de ajuda;
- durante a comunicação, o professor e o aluno possuem a mesma interface;
- um canal de viso-comunicação;
- uma área de trabalho na tela do computador;
- a plataforma de telecomunicação é composta de dois *softwares*: “Hewlett Packard PCV Vectra XM” e um outro de nome “Picture Tel PCS 50 system”, ambos da Picture Tel. Esta plataforma oferece aos alunos e professor uma comunicação em janela, um editor de texto e um ambiente de aprendizagem, no caso com o *Cabri-géomètre*.

### 3.1.3. A dimensão institucional

Bonneville, que também é psicólogo, disse que um trabalho desse porte necessita da colaboração dos pais, dos profissionais e do hospital. Um dos objetivos do seu trabalho é conhecer a instituição, sua estrutura de poder e resistências às inovações tecnológicas. Tal trabalho tem a função de esclarecer dúvidas, conquistar adesão e estabelecer pontes entre as variadas categorias de pessoas e de profissionais envolvidos no trabalho, para que este aconteça de modo a atingir seus objetivos, diminuindo os atropelos do percurso.

Utiliza-se, também, de uma metodologia de pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1986), a pesquisa-ação pode ser definida como:

*um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes*

*representativos da situação ou do problema estão envolvidos de um modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 1986:14).*

O que podemos perceber é que este tipo de metodologia está preocupado com um problema ou situação específica. Segundo Thiollent (1986), é muito usada em ciências sociais, escolas, comunidades, instituições, acompanhamento de inovações tecnológicas etc. É um trabalho realizado em equipe no qual os pesquisadores têm um objetivo prático que visa a maior conhecimento do problema ou situação específicas. Também estão preocupados com levantamento de soluções para melhorar o objeto estudado.

Com a introdução desta metodologia, o que Bonneville pretende, justamente dentro do quadro de uma instituição, é associar seus membros a um projeto em desenvolvimento. Eles são convidados a se tornarem colaboradores, atores ou co-autores .

Todas essas dimensões compõem um sistema cujos componentes humanos, sociais, institucionais e didáticos interagem e se interpenetram. Bonneville nos disse que é necessário o desenvolvimento de ações para garantir a implantação do projeto, de modo a que ele atinja seus objetivos. É nisto que consiste o seu trabalho com a pesquisa-ação, que possui um duplo objetivo - facilitar a apropriação do projeto e associar os membros da equipe, de modo cooperativo. Para isto, é necessário um acompanhamento da implantação do projeto. Este acompanhamento obedece a alguns passos<sup>30</sup>, sintetizados abaixo.

a) Passos para facilitar a apropriação do projeto:

- manter contato com os vários atores do processo e proporcionar interação da equipe do hospital, professores, equipe do laboratório;
- manter um trabalho de observação da seqüência do ensino e utilização das estações de trabalho e também sempre procurar recolher informações, principalmente com professores e alunos, através de entrevistas informais, sobre o andamento do processo;
- observar a repercussão do impacto que a implementação do projeto está acarretando no ambiente institucional ;
- organizar reuniões para que possa haver trocas entre os vários atores do processo - pedagogos, técnicos, membros da equipe do hospital etc;

<sup>30</sup> Passos sintetizados a partir do relatório do projeto TeleCabri(1996), por Boneville, ainda não foi publicado.

- manter contatos individuais, sempre que necessário, com as diversas pessoas envolvidos no projeto.

b) Passos para associar os vários componentes da equipe para que trabalhem com pesquisa-ação:

- regulação da equipe - através de reuniões que têm como finalidade: explicitação dos objetivos e papel de cada um, reflexão sobre o trabalho e resolução de conflitos, mudanças, reacender os objetivos, resolver problemas técnicos, garantir o cumprimento do cronograma etc.

- uma fase de operacionalização; pesquisa-ação esta preocupada com a ação propriamente dita de implementação do projeto, bem como de seus resultados;

- trabalho metodológico e de experimentação que consiste em recolher informações, sintetizar a produção dos resultados e formalizar um texto coletivo que será o resultado das tentativas de trabalho.

Compreendemos como é muito importante o uso da pesquisa-ação neste projeto, pois um trabalho como este, para atingir seus objetivos, precisa ter seus parceiros humanos integrados num pacto de cooperação, cientes dos objetivos que precisam atingir. Os parceiros são bastante diversificados: pais, profissionais do hospital, técnicos, professores...

É necessário, também, pelo fato de este ser um trabalho novo no âmbito da instituição hospitalar, observar como a instituição incorpora estas tecnologias e que tipo de resistências ou reações estão sendo desenvolvidas em relação a este trabalho. O componente humano precisa estar bem sintonizado com as intenções de implementação do projeto para que os problemas, que só surgem após o sistema em funcionamento, possam ser devidamente solucionados de uma maneira que atenda os objetivos gerais do sistema, ou seja, efetivamente levar a instrução escolar aos alunos hospitalizados.

Jean François Bonneville nos garantiu que o TeleCabri tem conseguido bons resultados com os alunos e tem sido útil para elevar a auto-estima das crianças, diminuindo sensivelmente o impacto que elas sentem, quando voltam a freqüentar a escola, após um longo

---

período de ausência. Mas, eles têm alguns problemas, pois o período de internação de cada criança é variável e nem sempre têm tido o número mínimo de crianças necessário para manter o projeto funcionando. Também precisam de colaboradores para realizar o trabalho e as pesquisas didáticas na área, que ainda estão no início.

A título de exemplificar o ensino com TeleCabri, transcreveremos um trecho de um exercício cujo protocolo<sup>31</sup> foi conseguido através do banco de dados de Bernard Capponi<sup>32</sup>. Trata-se de um diálogo através do ensino a distância entre uma professora e seu aluno Chloé que formam uma tríade com o observador, também a distância, cujo objetivo é verificar a interação e, se preciso, intervir junto à interface do aluno.

Na transcrição a seguir, o observador não aparece porque acidentalmente a comunicação com ele ficou inaudível. Inicialmente, o professor ofereceu liberdade de escolha ao aluno sobre um exercício que envolvia uma construção com o *Cabri-géomètre*. Como o mesmo não sabia o que escolher, o professor sugeriu o exercício 23. Iniciaremos a transcrição com o aluno lendo o enunciado da questão:

*Aluno: Construir um quadrilátero tendo as diagonais perpendiculares e que não seja um losango. Então....Han! Diagonais perpendiculares?*

*Professor: Hum.*

*Aluno: Eu faço primeiro as diagonais?*

*Professor: Sim, se você quiser. Tu fazes como quiseres e eu te olho fazer.*

*Aluno: Talvez eu tenha que fazer as linhas.*

*Professor: O melhor será que tu trabalhes o problemas e depois...*

*Aluno: Eu te chamo?*

*Professor: Tu me mostras?*

*Aluno: Ou...*

*Professor: Tu me mostras ao fim de um tempo, tá?*

*Aluno: Já tens a comunicação? (Com o observador)*

*Observador: Inaudível.*

*Aluno: Ok.*

---

<sup>31</sup> Entrevista do protocolo de Bernard Capponi, não publicado.

Professor : *Mas o melhor é que tu procures tudo sozinho.* Chloé começa sua construção sem cortar a comunicação. Ele constrói no Cabri duas perpendiculares (figura 20 ).

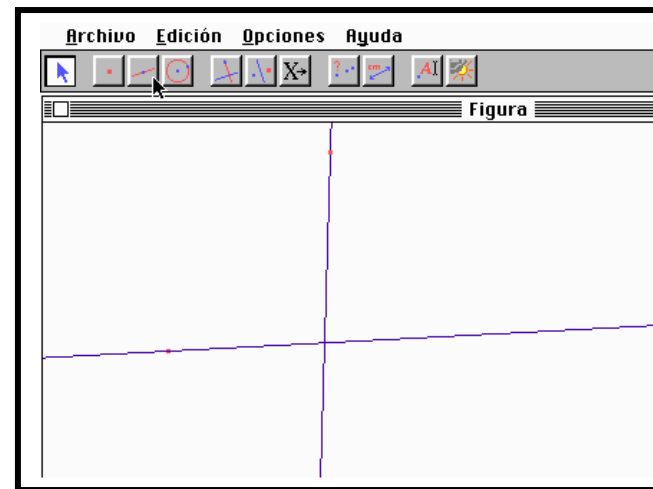


Figura 20. Diagonais construídas por Chloé no Cabri-géomètre.

Aluno: *Um quadrilátero ...silêncio...que não seja um losango. Ah! Eu creio saber.* Chloé foi ver o curso sobre retângulos na figura 21.

Professor: *Há um que tu talvez não tenhas visto bem e que está à frente.*

Aluno: *Um quadrilátero?*

Professor: *Sim um quadrilátero. E eu te vejo procurar ao lado dos paralelogramos.*

Aluno: *Bem, pode se fazer um quadrado!*

Professor : *Sim, mas primeiro um quadrado é um losango particular.*

Aluno: *Ah!*

Professor : *Significa que o quadrado é da família dos losangos.*

Aluno: *Então...*

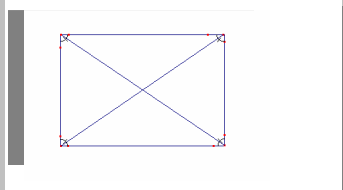
Professor: *Então, fazendo um quadrado tu não respondes a questão.*

Aluno: *Bom...*

Professor : *Ok?*

**O retângulo**

Definição de um retângulo:  
Um retângulo é um quadrilátero com quatro ângulos retos.



Para ver um exemplo dinâmico de um retângulo abra a figura retângulo no Cabri-géomètre.

**Primeira propriedade característica do retângulo:**  
Um retângulo é um paralelogramo com um ângulo reto.  
**Reciprocamente:**  
Um paralelogramo com um ângulo reto é um retângulo.

Um retângulo portanto, possui as propriedades de um paralelogramo:

- ◆ Suas linhas opostas são paralelas e de mesmo tamanho;
- ◆ Suas diagonais se cortam em seu meio.

**Segunda propriedade característica do retângulo:**  
Um retângulo é um paralelogramo ao qual as diagonais são do mesmo tamanho.  
**Reciprocamente**  
Um paralelogramo cujas diagonais são do mesmo tamanho é um retângulo.

**Eixo e centro de simetria de um retângulo**  
As medianas são o eixo da simetria;  
O ponto comum das diagonais é o centro de simetria.

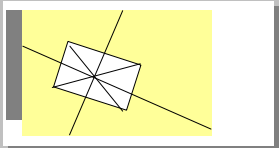


Figura 21 . Consulta de Chloé ao banco de dados do TeleCabri

Aluno: *Sim.*

Professor: *Porque eu te digo uma coisa, se tu procurares fazer um paralelogramo no qual as diagonais são perpendiculares e que não seja um losango tu vais chegar lá.*

Aluno: *Então, não se deve começar por lá.*

Professor: *Não deve procurar fazer um paralelogramo. Eu não te disse que deveria começar por lá. Eu acho que como tu começaste isto pode dar ou não certo, depende do que tu irás fazer depois.*

Aluno: *Então...*

Professor : *As linhas que tu desenhastes representa o que para ti dentro da construção?*

Aluno: *As duas deveriam representar as diagonais..*

Professor : *As diagonais. Veja.*

Aluno: Silêncio.

Professor :*Diga-me, o que te aborrece?*

Aluno: *Bem, não vejo o que pode fazer como figura com as diagonais perpendiculares que não seja um quadrado nem um losango.*

Professor: *Sim, porque quando tu pensas quadrilátero tu pensas paralelogramo.*

Aluno: *Ah!*

Professor : *Então o que eu te sugiro é colocar um ponto..*

Aluno: *Madame..*

Professor: *...sobre uma das diagonais.*

Aluno: *Sim.* Chloé colocou um ponto sobre a linha vertical, conforme a figura 22:

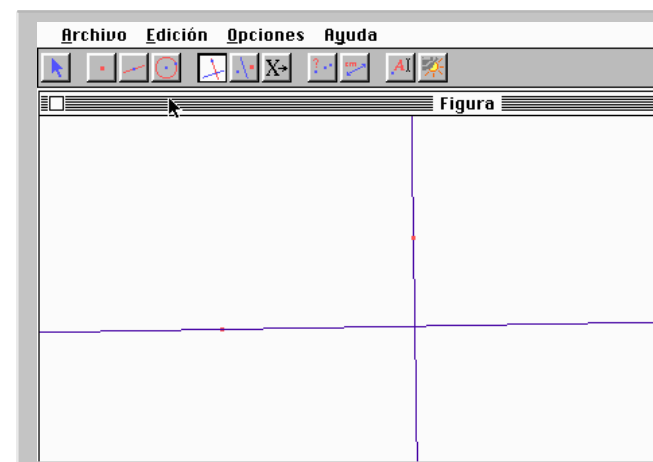


Figura 22. Chloé colocou um ponto sobre a linha vertical.

Professor : *Veja, isto será um vértice.*

Aluno: *Siimm.*

Professor: *Os outros, tu podes colocá-los onde? Quais coisas dentro do quadrilátero são obrigatórias?*

Aluno: *Como quais?*

Professor : *Quando tu constróis um quadrilátero...*

Aluno: *Sim.*

Professor : *Tu tens dificuldade?*

Aluno: *Bem, quatro.*

Professor : *Qualquer coisa que é obrigado existir.*

Aluno: *Quatro cantos.*

### 3.2. Colégio de Moirans

Este é o colégio onde Bernanrdo Capponi realiza suas pesquisas de aplicação do Cabri na sala de aula. É um colégio público, que, mesmo para os padrões da cidade de Grenoble, está acima dos outros, podendo ser considerado como um modelo.

Fisicamente, suas instalações são impecáveis. A sala de informática possui bancadas umas atrás das outras com 16 PCs do tipo pentium interligados em rede, com kit multimídia, televisor, vídeo. O professor dispõe em sua mesa de um servidor que gerencia as outras máquinas e pelo qual ele tem acesso à máquina de cada um dos estudantes, podendo visualizar e intervir na interface destes. Esse equipamento é denominado IDM 100 e ele permite a integração de todos os componentes multimídia existentes no laboratório. Este laboratório também é utilizado para o curso de línguas estrangeiras.

O equipamento de multimídia é classificado em equipamento do professor e o do aluno. O equipamento do professor pode ser dividido em três subitens:

a)**elementos de difusão:** composto por um computador, um vídeo, um som e uma espécie de câmara chamada "vidéovisualiseur" (que captura imagens), cuja função é projetar materiais gráficos diversos diretamente na tela dos alunos;

b)**elementos de comando:** computador de comando que ele chama "monitor de pilotagem", que permite ao professor acessar a máquina de cada um dos alunos, que estão numeradas e representadas graficamente no visor. Ao selecionar a máquina dezesseis, por exemplo, o professor pode ter acesso ao que está acontecendo naquele monitor e, se quiser, pode intervir nas construções dos alunos para explicar algo ou para desafiá-los;

c)**elementos de controle:** composto por microfone e monitor de intercomunicação, é este último equipamento que permite a interação acima descrita, após a seleção da máquina.



Os alunos de seu posto, possuem um computador, um fone de ouvido e um botão para chamar a máquina do professor. A figura 23 mostra parte do equipamento sobre a mesa do professor Capponi.



Figura 23. O equipamento do professor. A esquerda o monitor do professor, ao centro, o de Pilotagem e a direita, o de intercomunicação.

A vantagem deste laboratório de multimídia IDM 100 é que permite difundir e manipular facilmente numerosos tipos de documentos, seja em forma de imagens fixas, de sons e outras origens; facilitar o dialogo individualizado ou não entre o professor, aluno, e sobretudo, durante a difusão dos documentos audiovisuais; dar ao professor a possibilidade de controlar os casos de fracasso e de corrigir, a distância, o trabalho de um aluno ao momento e lugar em que está sendo realizado. Isto, no entanto, não impedia que Capponi tivesse plena mobilidade e contato físico com os estudantes. Em alguns momentos no entanto ele ficava na sua mesa e mantinha a interação através do monitor de intercomunicação, usando os amplos recursos do equipamento.

Na aula a que assistimos, ele utilizou um exercício do tipo caixa preta, onde os alunos deveriam realizar uma construção de um figura cujo enunciado era o seguinte: dados dois pontos que foram construídos segundo uma propriedade não revelada para os alunos,

eles teriam que construir dois pontos que guardassem entre si a mesma relação dos que foram dados originalmente. Os alunos tiveram inicialmente dificuldades de encontrar a figura que satisfizesse tais relações, mas, ao final, com as intermediações do professor, que

realmente colocava obstáculos epistemológicos que os faziam refletir, conseguiram resolver o problema. Para os alunos que tiveram mais dificuldade, Capponi, ao final da aula, expôs a resolução de um estudante que havia tido sucesso na sua construção. Vale ressaltar que Capponi, após perceber a dificuldade que alguns alunos tiveram em encontrar a solução para o problema, refletiu e alterou a seqüência didática que propôs na aula seguinte.

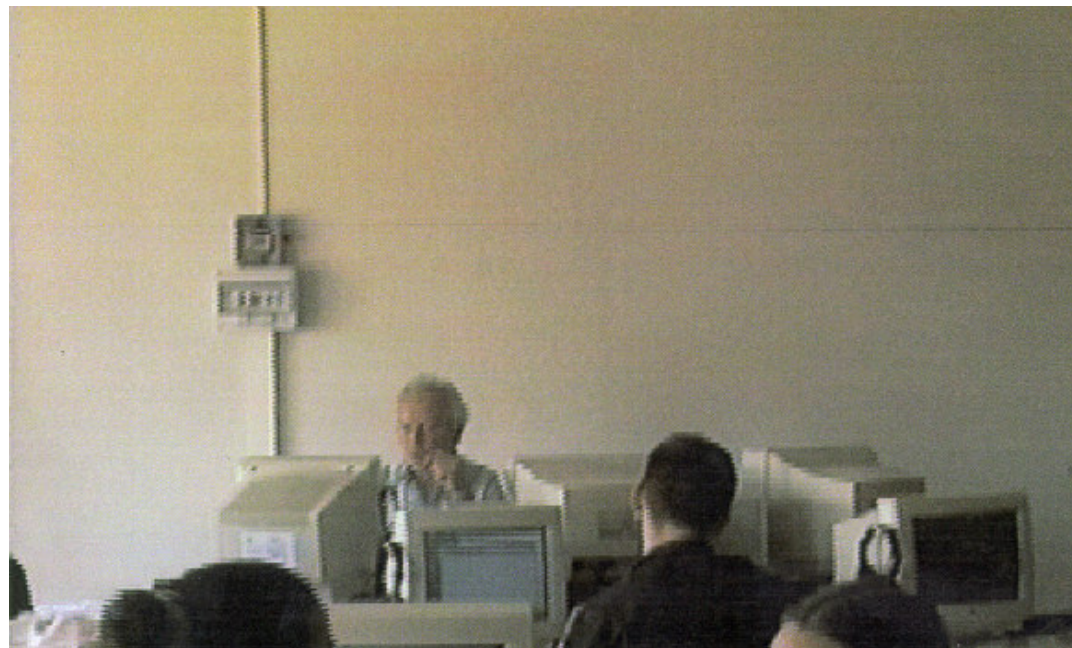


Figura 24. Capponi manejando seu equipamento de trabalho.

As aulas de informática são conduzidas sempre com os professores das disciplinas específicas e o computador é usado como uma ferramenta a serviço do professor. Capponi disse que para alguns professores nem sempre é fácil usar o computador como um recurso auxiliar e existem mesmo aqueles que apresentam resistências a estas inovações tecnológicas. Foi importante verificar que eles não usam a informática como um fim em si mesmo, mas sempre acoplada aos objetivos instrucionais. Na figura 24, Capponi está manejando seu equipamento e os alunos dispostos em seus locais de trabalho.

Traçando um paralelo com as visitas que fizemos às escolas na cidade de Fortaleza, descritas no primeiro capítulo, pudemos verificar que, das escolas particulares, mesmo as melhores ainda deixam muito a desejar, seja na disposição física dos computadores, seja na maneira como usam o laboratório de informática, muitas vezes colocando a escola a serviço do aprendizado da informática. No Colégio De Moirans, eles também têm suas dificuldades com alguns professores que resistem à introdução de novas linguagens em educação. Contudo, é notável o investimento maciço, que na cidade de Grenoble eles estão fazendo no desenvolvimento da didática aplicada ao ensino assistido por computador na área de matemática.

A didática utilizada na aplicação do *Cabri-géomètre* tem como suporte o construtivismo piagetiano e, entre outros autores, a noção de Brosseau (1997) sobre obstáculo epistemológico, desenvolvido a partir das concepções de Bachelard, que introduziu estas idéias no campo da física.

Para o autor, os erros é que constituem os verdadeiros obstáculos e eles são um meio de adquirir partes do conhecimento. A construção do conhecimento implica uma interação constante entre o estudante e as situações problemas de maneira dialética, no qual revê seus conhecimentos prévios, submete-os a revisão, modifica-os, completa-os ou os rejeita para adquirir novas concepções. O grande problema da didática é planejar estas tarefas ou situações e por os estudantes motivados para trabalhar.

O autor estudou os obstáculos que, segundo a sua origem, são: ontogenéticos (ligados ao desenvolvimento, maturação e dificuldades neurológicas), didáticos (dependem da escolha do método de trabalho em sala de aula) e epistemológicos (encontrados na própria história dos conceitos, ninguém escapa destes, e se expressa através do próprio desenvolvimento do conhecimento nos seus diversos segmentos particulares). O estudo dos obstáculos contribui para o planejamento das situações que proporcionaram desafio aos estudantes.

Na presente pesquisa, utilizamos metodologia similar ao que eles propõem (resolução de problemas) com o diferencial, pelo que pudemos ver na sala de aula com

Capponni, que exploramos a formação, dos conceitos matemáticos dos estudantes representando-os de forma escrita, o que julgamos haver contribuído para o desenvolvimento de suas habilidades intelectuais. Este também pode ser um bom recurso para possibilitar um trabalho interdisciplinar de matemática e língua portuguesa, embora não tenhamos na situação da pesquisa tido a preocupação de trabalhar tal disciplina ou aprofundar esta possibilidade.

### **3.3.Uma proposta de formação a distância para professores**

A visita à França foi muito importante porque pudemos compreender como se articulava a equipe de pesquisadores do IMAG, ver a metodologia que utilizavam e o modo como estruturaram a implementação do projeto TeleCabri.

Acreditamos que algumas especificidades desta experiência de Grenoble e do trabalho de pesquisa por nós realizado em Fortaleza podem ser muito úteis para a criação de programas interativos de ensino a distância para professores através da informática .

A modalidade de ensino a distância foi iniciada a partir dos meios de comunicação, tais como rádio, correio, TVs. Com o advento da informática, a Internet associada aos recursos de vídeo e som, a interação professor e aluno tornou-se possível e renovou as possibilidades de investimento neste tipo de ensino.

Segundo Mindé Badway (1998), os professores leigos no Brasil (que só têm concluído o ensino fundamental) são 70.000 e concentram-se nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. A implantação de educação a distância faz parte de programas do governo para a melhoria do ensino fundamental e profissional. Ela poderá contribuir para que sejam atendidas as exigências da nova LDB (Lei de Diretrizes e Bases para a Educação). Para explicitar algumas destas leis, citaremos alguns de seus itens retirados do volume "Leis Básicas da Educação", 1.ª edição atualizada da Secretaria de Educação Básica do Ceará, 1997. No Título IX que fala "Das Disposições Transitórias" encontramos no artigo 87, parágrafo 3.º e incisos dois e três que : "Cada Município e , supletivamente, o Estado e a União deverá:"

"II- prover cursos presenciais ou a distância aos jovens e adultos insuficientemente escolarizados;

III- realizar programas de capacitação para todos os professores em exercício, utilizando também, para isto, os recursos da educação a distância;"

A Lei Diretrizes e Base da Educação também determinou que todos os professores de ensino fundamental precisam ter o terceiro grau completo. A lei que regulamentou o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério "Fundão", em dezembro de 1996, deu cinco anos para que os professores leigos completassem suas formações para poderem permanecer nos seus cargos, prazo este que vence em dezembro de 2001. Se as metas do "Fundão" são passíveis de ser atendidas é uma discussão cujo mérito não queremos adentrar, mas o fato é que existe toda uma urgência governamental para que se implementem cursos de formação de professores, inclusive na modalidade a distância.

Queremos propor um curso a distância para professores, que pode funcionar como uma formação continuada em matemática, na área de geometria, uma disciplina considerada árida pela maioria dos alunos. Este tipo de proposta poderia ser veiculado como curso a distância de diversas maneiras e inclusive através dos NTEs. Não é uma proposta pronta e acabada, mas um esboço a ser posteriormente desenvolvido, caso consigamos as condições necessárias para sua posterior implantação. Aqui serão delineados alguns pilares que lhe sustentarão.

Antes de apresentar a referida proposta, cumpre-nos relatar uma matéria muito elucidativa a respeito da formação do professor de matemática na realidade do Estado de São Paulo. A matéria<sup>33</sup>, publicada na Folha de São Paulo, é intitulado "Professor de Matemática Estuda Pouco". Relata que foi realizada pelo Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, da PUC-SP, uma pesquisa cujos resultados visavam a orientar o trabalho da Instituição no projeto de capacitação de professores, denominado PEC (Programa de Educação Continuada). A pesquisa foi realizada com uma população de 990 professores da 5.<sup>a</sup> a 8.<sup>a</sup> séries nas escolas estaduais da região norte da cidade de São Paulo, de Guarulhos e Caieiras. Apesar da amostra ser pequena em relação ao número de docentes da rede estadual, que são 220 mil, os especialistas acreditam que os resultados expressam a realidade do Estado.

O diagnóstico da PUC-SP diz que os professores, apesar da boa vontade, possuem má formação em relação aos conteúdos que repassam aos alunos. Os resultados do estudo corrobora os dados encontrados pelo SARESP (Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo), realizado em 1997, no que concerne à área onde se concentram as maiores dificuldades dos professores, as mesmas onde residem as maiores dificuldades dos alunos: geometria, fração e números racionais.

A partir das conclusões deste estudo, reforçamos a pertinência de elaborar um curso de geometria a distância para professores. O *Cabri-géomètre*, através de seus recursos, oferece possibilidades que facilitam a aprendizagem da geometria. Ele pode ser um importante recurso metodológico para que os professores possam aperfeiçoar seus conhecimentos dentro de programas de educação continuada, a fim de enriquecer o ensino aprendizagem dos seus alunos e deles próprios.

### 3.3.1. Em que consiste a proposta

Apesar de ser um esboço inicial, a proposta que delineamos aqui tem os seguintes objetivos:

#### **Objetivo geral**

- Contribuir com a formação continuada, a distância de professores da rede pública das séries de 5.<sup>a</sup> a 8.<sup>a</sup> no ensino da geometria.

#### **Objetivos específicos**

- Trabalhar o conteúdo de geometria ministrado de 5.<sup>a</sup> a 8.<sup>a</sup> série.
- Capacitar o professor a saber analisar as respostas das crianças, realizar análise *a priori* dos conteúdos a serem trabalhados e organizar uma seqüência didática.
- Dominar metodologias que enfatizem os princípios da construção do conhecimento.

---

<sup>33</sup> Matéria publicada na Folha de São Paulo de 24/08/98 sobre os resultados de uma pesquisa com finalidade de realizar diagnósticos das principais dificuldades dos professores da rede pública do Estado de São Paulo.

- Dominar o *Cabri-géomètre* como ferramenta auxiliar do ensino da geometria.

Entendemos que, para a operacionalização de uma proposta para cursos dessa natureza esta, deverá conter passos que contemplem suas três dimensões: técnica, pedagógica e institucional.

A parte técnica não é nossa especialidade, mas é algo básico e exigível para a execução do projeto que tenhamos computadores interligados a um servidor, além de canais de comunicação visuais e auditivos. O *Cabri-géomètre* deverá ser instalado nos diversos computadores envolvidos e o “Picture Tel PCS 50 system”, que permitirá, além desta interação visual e auditiva, uma intervenção gráfica entre a interface de trabalho do aluno e do professor. Para isto é suficiente o suporte técnico já comentado na narrativa do projeto TeleCabri.

Com relação à parte pedagógica, temos ainda que nos preocupar com os conteúdos e metodologia. Quanto aos conteúdos podemos utilizar todo o programa de geometria do primeiro grau maior. Contudo, devemos ter um procedimento metodológico bastante refinado a ser iniciado do seguinte modo:

- preparar o professor para realizar a análise das respostas das crianças. Isto poderá ser feito da seguinte maneira:

a) trabalhando de maneira prática o conceito de análise *a priori* e suas implicações para a elaboração de uma seqüência didática e análise *a posteriori*. Segundo Henri, Michel (1997), o que os professores esquecem (ou não sabem fazer) é de analisar as possíveis formas de resolver determinado problema, porque isso ajuda a identificar o campo conceitual envolvido, os obstáculos à aprendizagem e a identificação do tipo de raciocínio utilizado para resolver tal questão;

b) as respostas dos estudantes e o tipo de interação professor-aluno, tendo em vista a resolução de problemas serão veiculados através das imagens que foram realizadas durante esta pesquisa na intervenção com os estudantes da escola pública. Alguns comentários poderão acompanhá-las. Estes têm por objetivo explicitar o tipo peculiar de raciocínio

empregado pelos alunos. Os pressupostos teóricos serão os mesmos utilizados neste trabalho, mas estes terão uma abordagem mais prática, estando presentes no modo de analisar os "erros" dos alunos, questões problemas, interações. A razão disto é porque muito se tem trabalhado conceitos construtivistas de aprendizagem com os professores, contudo, eles não sabem o que fazer com tais conceitos na sala de aula. O que eles precisam para modificar o seu cotidiano mais urgentemente são idéias e subsídios teóricos que possam ser vinculados à prática de maneira dinâmica;

- a metodologia de trabalho através de questões-problema também devem ser explicada e utilizada diretamente com os professores. A idéia é que aprendam a manejar o programa, realizando atividades com ele, a fim de se submeterem de modo vivencial à metodologia que deverão aprender e aplicar.

- além disto, queremos defender, subsidiados por nossa prática, a importância que o professor, após trabalhar as questões-problema e desenvolver conceitos escritos com os alunos, terá ao expor teoricamente sobre o assunto. Esse procedimento demonstrou ser muito eficiente para melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos, porque dá a eles a oportunidade de após desenvolverem suas concepções sobre o conteúdo trabalhado, reformularem estas concepções. Tal abordagem pode ser embasada em Vygotsky, que se dedicou-se a estudar esta relação entre instrução *versus* aprendizado espontâneo. O autor defendeu a idéia de que os conceitos deveriam ser trabalhados na escola a fim de fazer com que os alunos avancem nos seus conceitos espontâneos. Esta noção está distante do ensino tradicional e não se confunde com ela, porque, a partir das questões-problemas, as crianças são estimuladas em relação a autodescoberta, motivação. Esta estimulação interage com a zona de desenvolvimento proximal da criança, fazendo-a avançar em seu saber espontâneo para um saber científico, mais formal, a fim de possibilitar o desejável avanço nas estruturas de pensamento;

- nossa experiência nos mostrou, também, a necessidade de proporcionar desafios e questões-problema diversas para cada assunto trabalhado, a fim de que ocorra a generalização do conhecimento. A geometria do *Cabri-géomètre* deve vir apoiada pelo livro didáticos, e os materiais tradicionais, tais como: lápis, papel, compasso,



régua etc. Isto é muito importante para que não haja uma desvirtuação dos conceitos geométricos e da própria geometria que, como disciplina da matemática, não seja substituída pelo *Cabri-géomètre*.

Há algo que também achamos de fundamental importância para que um projeto de ensino a distância consiga atingir seus objetivos, que é utilizar a metodologia de pesquisa-ação, conforme o professor Bonneville usa com o TeleCabri, em Grenoble. Projetos de ensino a distância envolvem relações e atores múltiplos. Não podemos esquecer que estamos lidando com pessoas no âmbito institucional. Tais instituições, como a escola, por exemplo, possuem rotinas estruturadas e uma cultura própria. As tecnologias de ensino a distância alteram essa rotina e provocam um impacto que possui reações positivas ou negativas dos atores do processo. Além do mais, seres humanos têm problemas de comunicação, conflitos e desarmonias no percurso normal de seus trabalhos.

Todas essas coisas são previsíveis e, como diz Wisinski (1993) ao descrever os conflitos no trabalho, os conflitos sempre ocorrem porque eles são parte da nossa vida, do nosso dia-a-dia. Por isso mesmo, temos que nos preparar para eles, que são previstos e não acidentais. Este autor também nos orienta a ter uma visão positiva sobre o conflito, que tem sua contribuição para o crescimento institucional desde que habilmente manejado.

Geralmente, quando pensamos em instituir um trabalho, os conflitos são pensados como algo extra ou acidental. Não o incluímos como parte da instauração do trabalho e do seu cotidiano. Tal tipo de coisa empobrece nossas estratégias de ação e quantos projetos não são boicotados porque suas estratégias de articulação e comunicação não são previstas? Talvez porque não pensem que a comunicação é um procedimento essencial para o sucesso de um programa, ou talvez achem que é algo que acontece naturalmente.

Temos a crença de que a metodologia de pesquisa-ação tem possibilidade de funcionar como uma autoavaliação dinâmica incorporada ao próprio sistema. Isto seria muito útil para obter o envolvimento e cooperação dos atores do processo, além de proporcionar um espaço para a comunicação e soluções dos problemas que, certamente, irão ocorrer. Além do mais, esta metodologia de reflexão e ação tem, também, o objetivo de buscar comunicação e

cooperação, promovendo a articulação entre os seus vários membros, a fim de que se constitua uma verdadeira equipe de trabalho, ciente de suas metas. A equipe retroalimenta-se do *feedback* grupal, a fim de buscar as soluções dos problemas de percurso. Nenhum projeto funciona sem o devido cuidado em seus aspectos humanos e relacionais.

Um trabalho bem estruturado com uma equipe suficiente para atendê-lo em suas diversas dimensões é uma economia muito maior do que determinados arranjos que funcionam como "tapa-buracos". Ao final, os efeitos de um trabalho que não contém em si a estrutura necessária para seu suporte não consegue atingir os objetivos previstos, acarretando um prejuízo muito maior, pois não consegue atingir sua meta final, causa de toda a sua organização.

Por conseguinte, é de fundamental importância que um grupo para estruturar um trabalho como este seja composto por uma equipe interdisciplinar: psicólogos, técnicos, pedagogos, matemáticos e pessoas que entendam de ergonomia. Acreditamos que uma equipe bem organizada, com um suporte de trabalho bem planejado, é essencial para que os objetivos do curso sejam atendidos em toda a sua extensão

## CONCLUSÃO

Neste estudo, desejávamos, em síntese, observar a relação de aprendizagem do aluno com o computador e que diferencial a introdução desta tecnologia na educação poderia trazer para o ensino. Ao organizar a intervenção com o *Cabri-géomètre*, não tínhamos como intenção primeira trabalhar os conteúdos próprios da geometria, mas observar esta interação.

Ao analisar todo o processo da experimentação, concluímos que os alunos participaram com bastante empenho e interesse do curso. Mantinham bom nível de concentração nas atividades e adotavam uma atitude reflexiva frente aos desafios postos no ambiente do *Cabri-géomètre*. A geometria, com certeza, deixou de ser uma disciplina sem significado para eles e passou a ser vista como algo agradável.

Os alunos eram sempre estimulados a relacionar figuras, compará-las, arrastando-as e observando suas transformações. Após este processo de análise das figuras, eles eram convidados a conceituar cada uma, enfatizando as semelhanças e diferenças. Esta atitude de conceituar, inclusive escrevendo estes conceitos, foi muito salutar e em muito contribuiu para desenvolver suas habilidades de raciocínio. Tal procedimento constituiu-se num exercício muito bom de interdisciplinaridade entre matemática e língua portuguesa.

As respostas dos alunos à Questão dos 23 Reais ficaram muito mais diferenciadas após os dois meses de trabalho. Mesmo aquelas crianças consideradas como fracas pela professora conseguiram clarificar mais os seus processos de raciocínio, evoluindo de sua rigidez e egocentrismo intelectual para uma visualização mais elaborada de algumas das diversas operações envolvidas neste problema.

Os estudantes conseguiram, em sua maioria, generalizar o conceito de mediatriz e construir a ponte, mantendo-a simétrica às duas cidades. A construção envolveu um longo percurso de elaboração conceitual, quando o professor utilizou-se de uma didática que enfatizava a atividade dos alunos através de obstáculos epistemológicos. Mesmo após a descoberta ativa, era necessário que eles aplicassem o conceito desenvolvido em algumas situações-problema, construções, a fim de que conseguissem ultrapassar o nível de conceitualização, com baseado na experiência, para um nível mais abstrato. Ao finalizar determinado tema, descobrimos que é interessante que o professor exprima verbalmente o saber que já existe elaborado sobre determinado assunto. Esse procedimento ampliava e clarificava o entendimento, por parte dos estudantes, a respeito do tema em questão.

Estimular o desenvolvimento do raciocínio, somente é possível num ambiente de aprendizagem desafiante, cuidadosamente elaborado por um professor, que em sua função de mediador, proporcione oportunidades de descobertas, desafios, análise, síntese etc. Programas como o *Cabri-géomètre*, podem facilitar muitíssimo o papel do mediador, porque ele permite a visualização e manipulação de complexas e abstratas construções matemáticas. Com um pouco de criatividade, domínio dos conteúdos e dos recursos do aplicativo, o ensino assistido por computador, de uma maneira geral, pode ter um diferencial muito marcante para a

aprendizagem dos alunos, porque contribui para aumentar a motivação, interesse, concentração, atividade e fornece ferramentas que podem operacionalizar situações-problema que incitem o pensamento.

Acreditamos que as escolas têm muito a ganhar com a introdução dos computadores. Com certeza, a grande mudança que almejamos para a educação não virá através da tecnologia e sim dos recursos humanos. Contudo, a introdução da informática nas escolas será um recurso adicional que poderá vir a contribuir com a formação continuada do professor e dar início à construção de uma didática que possa utilizar os recursos desta ferramenta de trabalho.

O computador tem uma linguagem própria, desenvolvida através de uma lógica que lhe é peculiar. Assim como a linguagem oral ou escrita, este sistema de códigos, desenvolvido a partir do cálculo, possui um domínio simbólico. O acesso à linguagem oral ou à leitura é um importante recurso para o desenvolvimento das estruturas simbólicas do indivíduo. Assim, o acesso a estas linguagens permite, também, ao indivíduo "navegar" em sistema simbólico, que, independente do conteúdo de qualquer programa, proporciona ao ser humano a interação com o ambiente informático, que, no dizer de Levy (1998), inaugura uma outra era antropológica.

Segundo este autor, a

*informática concentra e potencializa todos os sistemas ideais de controle que a antecederam: línguas, numeração, ideografias, alfabetos, relógios, máquinas lógicas. A inflexível e numerosa trama dos algoritmos reúne o feixe dos mais antigos poderes e multiplica-os à velocidade da luz. A informática é a última, até a data, dessas grandes invenções que têm ritmado o desenvolvimento da espécie humana, reorganizando sua cultura e abrindo-lhe nova temporalidade (Levy, 1998:35).*

*Hoje a técnica está totalmente inserida nas práticas educacionais da sociedade (global), (Franco, 1997:105). Por esse motivo, mesmo que a título de alfabetização tecnológica, caso os professores não possuam a competência para usá-lo como uma ferramenta, é importante que mestres e alunos tenham oportunidade de acesso a este*

instrumento. A informática é tida como uma tecnologia da inteligência, pois processa e veicula informação e tem se tornado a cada dia um poderoso organizador social. A presença deste recurso nas escolas pode fomentar a necessidade de manejo e desenvolvimento dos atores educacionais.

Buscando contribuir de maneira prática com a educação, conjugamos os resultados deste estudo com a experiência do projeto TeléCabri, em Grenoble, e propusemos uma formação continuada a distância para professores. A proposta, apenas esboçada para posterior aperfeiçoamento, nasceu do desejo de contribuir com a iniciativa nacional de melhorar a formação dos professores, ajudando-os a se apropriar desta ferramenta que pode ser tão útil para a educação. A necessidade de proporcionar um ensino de melhor qualidade e maiores possibilidades de ascensão social para as nossas crianças, principalmente as das escolas públicas, é uma luta árdua. A aplicação didática das pesquisas realizadas em educação e áreas afins no cotidiano da sala de aula, é um passo muito importante para que consigamos, aos poucos, transformar o feitiço do nosso tecido social e integrar teoria e prática.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA**

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Computadores, Escola e Sociedade. São Paulo: Editora Ática, 1988.

ANDRADE, P. F., & Albuquerque Lima. M.C.M. Projeto Educom. Brasília: MEC/OEA, 1993.

BADWAY, Mindé. "Perspectivas de Educação a Distância". Artigo publicado nos anais da II Jornadas de Educação a Distância do Mercosul: o presente e o futuro da EAD no Mercosul - cenários e experiências - Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha , 1998.

BORGES NETO, H. A informática na escola e o professor. Fortaleza: FAGED/UFC, 1998.

BORGES DIAS, M.da G. B. Tópicos em psicologia cognitiva. Organizado por Maria da

- Graça Borges Dias e Alina Galvão Spinillo. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1996.
- BROSSEAU, Guy. Theory of didactical situations in mathematics. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997.
- EINSTEIN, Albert em DILTS, Robert. A teoria do campo unificado. São Paulo: Synapsis Editorial, 1994.
- CAMPOS, G.J. Televisão - objeto de ensino para uma educação de sujeitos. Análise de uma experiência. Fortaleza/Ce. Dissertação de Mestrado. UFC, 1983.
- CAMPOS, Gilda H. B. .Material didático para mini-curso: Avaliação de Produtos de Software para a educação. Rio de Janeiro, Universidade Santa Úrsula, 1997.
- CAPRA, F. Sabedoria Incomum. São Paulo/SP: Editora Cultrix Ltda , 1988.
- CAPRA, F. A Teia da Vida. São Paulo/SP: Editora Cultrix Ltda , 1996.
- CASTRO, C de M. O Computador na Escola. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- CYSNEIROS, P. G. Filosofia Logo: Pensamento de Seymour Papert sobre o uso de computadores na educação. II Seminário Nacional de Informática Educativa. (NIES/UFAL), Anais. Maceió, 30 set a 04 de out. de 1991.
- CYSNEIROS, P. G. Linguagem e Informática. Tópicos Educacionais. Recife, Editora da UFPE, vol. 13 n.1, p 28-31, 1995.
- CYSNEIROS, P.G. & Urt, S.C. A Assimilação da Informática pela Escola Pública (Relatório do CNPq não publicado). Recife, Cies-Educom-UFPE , 1995.
- CYSNEIROS, P.G. Novas Tecnologias na Sala de Aula: Melhoria do Ensino ou Inovação Conservadora? Apresentado no IX ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática da

Ensino. Águas de Lindóia, São Paulo, 4 a 8 de maio de 1998. Anais II, vol. 1/1, pp. 199-216.

DANTAS, H. A Infância da Razão - Uma Introdução a Psicologia da Inteligência. São Paulo: Ed. Manole, 1990.

DANTAS, Heloysa. M. Piaget, Vygotsky e Wallon: teorias psicogenéticas em discussão. Organizado por Yves de la Taille. São Paulo: Summus, 1992.

DI SESSA, A. D. Technology in the mathematical Teaching. A Bridge between Teaching and Learning. Conference Proceedings. Organising Committee. U.S.A. Edited by Barbara Jaworski for the TMT, 1993

FALCÃO, J. T. da R. Tópicos em psicocologia cognitiva. Organizado por Maria da Graça Borges Dias e Alina Galvão Spinillo. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1996.

FARIAS, Isabel M. S. de. A Experiência de Educação Regular Via Telensino do Ceará: balanço crítico a partir da sala de aula. Artigo publicado nos anais da II Jornadas de Educação a Distância do Mercosul: o presente e o futuro da EAD no Mercosul - cenários e experiências - Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1998.

FRANCO, M. A. Ensaio sobre as tecnologias digitais da Inteligência. Campinas/SP: Papirus, 1997.

FULLANT, O. Filosofias da Educação. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1994.

GALVÃO, I. Henry Wallon. Uma Concepção Dialética do Desenvolvimento Infantil. Petrópolis/ RJ: Vozes, 1995.

GARDNER, Howarde. Inteligências Múltiplas: a teoria na prática. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artes Médicas, 1993.

GARDNER, Howard. Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas. Porto Alegre/ Rio Grande do Sul: Artes Médicas Editora, 1994.

GATES, B. A Estrada do Futuro. São Paulo/SP: Companhia da letras, 1995.

HENRY, Michel. Éléments pour une synthèse sur l'analyse a priori. França. Comissão inter-IREM Didactique, 1997.

IMENES, Luiz Márcio & Lelis, Marcelo. Microdicionário de Matemática. São Paulo: Editora Scipione, 1998.

IEZZI, Gelson. Matemática e Realidade: 6.<sup>a</sup> série. São Paulo: Atual, 1991.

KUHN, T. S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1994.

LABORDE, Colette. Do the pupils learn and what do they learn in a computer based environment? The case of Cabri-géomètre. Artigo em: Technology In Mathematics Teaching. A Bridge between Teaching and Learning. Conference Proceedings. Organising Committee U.S.A. Edited by Barbara Jaworski for the TMT, 1993 .

LA TAILLE, Y. de . Lugar do Computador na Educação. São Paulo: Ed Iglu, 1990.

LEIS BÁSICAS DA EDUCAÇÃO. 1.<sup>a</sup> edição atualizada da Secretaria da Educação Básica. Fortaleza, 1997.

LEVY, P. As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carolos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LEVY, Pierre. A máquina universo: criação, cognição e cultura informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

LURIA, A. R. Pensamento e Linguagem - as últimas conferências de Luria. Porto Alegre:



Artes Médicas, 1986.

LOUIS, Johannot. Le raisonnement mathématique de l'adolescent. Coleção Actualités Pédagogiques et psychologiques. Paris: Delachaux et Niestlé, 1947.

LOLLINI, P. Didática e Computador. São Paulo: Edições Loyola (1991).

MARX, G. Coordenador da pesquisa realizada pela Associação de Administradores das Escolas Americanas sobre as habilidades requeridas para o trabalhador do 3º. Milênio, E.U.A. 1996.

PAVEL, P. Artigo publicado nos anais do VIII simpósio brasileiro de informática na educação. Organizado por MARIETTO, M. da G. B; OMAR.N; FERNANDES, C.T.U. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica 18 a 20 de novembro de 1997.

PAPERT, S. Logo: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense S. A, 1985.

PAPERT, S. A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. Porto Alegre/RS: Artes Médicas, 1994.

PIAGET, J. Seis Estudos de Psicologia. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária , 1964.

PIAGET, J. Para Onde Vai a Educação? Rio de Janeiro/RJ: Livraria José Olympio Editora, 1976.

PIAGET, J. A Tomada de Consciência. São Paulo: Educação Melhoramentos; Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

PIAGET, J. Fazer e Compreender. São Paulo:Educação Melhoramentos; Editora da Universidade de São Paulo, 1978.

PIAGET, J. A Epistemologia Genética e Problemas da Epistemologia Genética. Em os

“Pensadores”. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PIAGET, J e Inhelder B. Psicologia da Criança, 11ª edição. Rio de Janeiro/RJ: Editora Bertrand Brasil, 1990.

PIAGET, Jean. A Linguagem e o Pensamento da Criança. 6ª. edição. São Paulo: Martins Fontes (1993).

POZO, Juan Ignacio. Teorias Cognitivas da Aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ROAZZI, A. Tópicos em psicocologia cognitiva. Organizado por Maria da Graça Borges Dias e Alina Galvão Spinillo. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1996.

SCHAFF, A. A Sociedade Informática. São Paulo/ SP: Editora Brasiliense, 1990.

SOTO, P. Z.; BISCHOFFHAUSEN, P. B.; REICHAROTTM, C. B. et al. Um meio informático para el desarrollo de habilidades intelectuales en siituaciones de aprendizaje integradas de lenguaje y matemática. Artigo publicado nos anais doVIII simpósio brasileiro de informática na educação. Organizado por MARIETTO, M. da G. B; OMAR.N; FERNANDES, C.T.U. São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica 18 a 20 de novembro de 1997.

TAPSCOTT, D. Economia Digital. São Paulo: Makron Books , 1997.

THIOLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. SãoPaulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

TOFFLER, Alvin. Criando uma nova civilização: a política da terceira onda- Rio de Janeiro/RJ. Editora Record, 1995

VALENTE, José Armando. Computadores e Conhecimento: repensando a educação.

Campinas / SP: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. & ALMEIDA, José Fernando. Visão Analítica da Informática na Educação no Brasil: a questão da formação do professor. Revista Brasileira de Informática na Educação N.º 01. Setembro de 1997.

VERGNAUD, Gérard . A trama dos Campos Conceituais. Porto Alegre. Revista do Geempa, 1996.

VYGOTSKY, L.S. A Formação Social da Mente. São Paulo/SP: Livraria Martins Fontes Editora, 1984.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. São Paulo/SP: Livraria Martins Fontes Editora, 1993.

VYGOTSKY, L.S., LURIA, A.R., LEONTIEV, A.N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo/SP: Cone Editora, 1988.

VYGOTSKY, L.S. A Formação Social da Mente. São Paulo/SP: Livraria Martins Fontes Editora, 1984.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem. São Paulo/SP: Livraria Martins Fontes Editora, 1993.

VYGOTSKY, L.S., LURIA, A.R., LEONTIEV, A.N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo/SP: Cone Editora, 1988.