

Jakeline Lins Guimarães de Albuquerque
Orientadora: Profa. Dra. Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Co-orientadora: Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo

**PERSPECTIVAS DO MATERIAL
DIDÁTICO ELETRÔNICO:
O *SOFTWARE* EDUCATIVO
DE MATEMÁTICA**

Belo Horizonte

27 de outubro de 2005

Jakeline Lins Guimarães de Albuquerque
Orientadora: Profa. Dra. Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Co-orientadora: Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo

**PERSPECTIVAS DO MATERIAL DIDÁTICO ELETRÔNICO: O
SOFTWARE EDUCATIVO DE MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação *Educação: conhecimento e inclusão social*, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação

Belo Horizonte

27 de outubro de 2005

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação *Educação: conhecimento e inclusão social*, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, defendida em ____/____/_____, e submetida à banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profª. Dra. Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Faculdade de Educação/ UFMG (Orientadora)

_____ Data ____/____/____

Profª. Dra. Jussara de Lóiola Araújo
Faculdade de Educação/ UFMG (Co-orientadora)

_____ Data ____/____/____

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
Unesp/Rio Claro

_____ Data ____/____/____

Profª. Dra. Isabel Cristina Frade
Faculdade de Educação/ UFMG

_____ Data ____/____/____

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente, pelo incentivo e compreensão, a todos que estiveram a meu lado durante a elaboração deste trabalho:

À minha orientadora Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca

À minha co-orientadora Jussara de Loiola Araújo

A meus pais, Florisbella e João Batista, e a meus irmãos
(Vi, muito grata pelo apoio logístico)

A meus amigos

A Marlene Zica Vianna, pela cuidadosa revisão dos originais

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática e Novas Tecnologias

RESUMO

Esta dissertação analisou aspectos que compõem a interface do Cabri Géomètre II e do SuperLOGO 3.0, programas utilizados em salas de aula de Matemática, em escolas de Ensino Fundamental de Belo Horizonte.

O intuito da análise empreendida foi perceber de que maneira esses programas se apropriam dos recursos comunicativos e operacionais da hipermídia na implementação de seus propósitos pedagógicos. Para isso, foram estabelecidas, com base na observação de recursos e potencialidades desses programas, bem como no diálogo com pesquisas e reflexões a respeito da apropriação das tecnologias informáticas pela sociedade, em particular, pelo campo da Educação, algumas categorias para guiarem a análise proposta.

Tais categorias — *estímulo a diferentes modalidades perceptivas; arquitetura da informação; modalidades da experiência; dispositivo informacional; dispositivo comunicacional; dispositivos de memória e extensão; dispositivos de abordagem* — abrangem diversos aspectos constitutivos da abordagem de um *software* utilizado com finalidades educativas. Elas permitiram identificar, em cada um dos programas analisados, em que aspectos as potencialidades da hipermídia são mais intensamente aproveitadas e de que maneira, por conseguinte, esse aproveitamento pode contribuir para o enriquecimento das propostas pedagógicas que se desenvolvem no contexto da Educação Matemática.

ABSTRACT

This research analyzed aspects that compose the interface of the Cabri Géomètre II and SuperLOGO 3,0, programs used in classrooms of Mathematics, in schools of Basic Education of Belo Horizonte. The intention of this analysis was to perceive how these programs appropriate of the communicative and operational resources of the hipermídia in the implementation of its pedagogical intentions. As a guide to the analysis proposed, some categories had been established, in continuous dialogue with research and reflections regarding the appropriation of the informatic technologies for the society, in particular, for the field of the Education. Such categories — *stimulation the different perceptive modalities; architecture of the information; modalities of the experience; informacional device; comunicacional device; devices of memory and extension; boarding devices* — consider diverse constituent aspects of the boarding of a software used with educative purposes enclose. They had allowed to identify, in each one of the analyzed programs, how the potentialities of the hipermídia are more intensely used and how, therefore, this utilization can contribute for the enrichment of the pedagogical proposals developed in the context of the Mathematical Education.

LISTA DE FIGURAS/QUADROS

LISTA DE FIGURAS

FIG 1 - Tela de trabalho do Super LOGO 3.0	51
FIG 2 - A tartaruga do Super LOGO 3.0	51
FIG 3 - Linha horizontal do cabeçalho do Super LOGO 3.0	51
FIG 4 - Linha de menu de texto do Super LOGO 3.0	51
FIG 5 - Tela de trabalho do Super LOGO 3.0	52
FIG 6 - Janela de comandos do Super LOGO 3.0	52
FIG 7 - Distribuição de massa Super LOGO 3.0 x <i>Word</i>	54
FIG 8 - Cabeçalho, seqüência de menu de texto e ícones do Cabri Géomètre II.....	56
FIG 9 - A tela do Cabri Géomètre II	57
FIG 10 - Seqüência de opções de ferramentas de atributo do Cabri Géomètre II ..	57
FIG 11 - A janela de "descrição" do Cabri Géomètre II	58
FIG 12 - Distribuição de massa Cabri Géomètre II x <i>Word</i>	59
FIG 13 - Formas adotadas pelo cursor do Cabri Géomètre II	63
FIG 14 - Objeto a ser animado pelo centro	65
FIG 15 - Objeto a ser animado pelo vértice	65
FIG 16 - Cabeçalho, linha de menu de texto e linha de ícones do Cabri Géomètre II.....	77
FIG 17 - Janela de comandos do SuperLOGO 3.0 exibindo o <i>feedback</i> verbal....	100
FIG 18 - <i>Feedback</i> verbal do Cabri Géomètre II	104
FIG 19 - <i>Feedback</i> verbal para situações de ambigüidade.....	106

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.....	37
QUADRO 2.....	41
QUADRO 3.....	83

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

AMBIENTE TEÓRICO PARA ANÁLISE DO *SOFTWARE* EDUCATIVO...9

1.1 História, mídia, leitura.....9

1.2 Em cena, a hipermídia.....13

1.3 Questão de pesquisa.....18

CAPÍTULO 2

TRAJETÓRIA DA PESQUISA.....26

2.1 Comunicação e Educação.....26

2.2 O percurso da pesquisa e as expectativas iniciais.....28

2.3 Constituição do *corpus* para análise.....32

2.4 Escolhas e trajetória da pesquisa.....34

2.5 O protocolo de navegação:

definição das primeiras categorias-guia, origem das categoriais de

análise.....38

CAPÍTULO 3

ANÁLISE.....44

3.1 Estímulo a diferentes modalidades perceptivas.....49

a. Estímulos intrínsecos ao ambiente do programa.....50

b. Estímulos visuais a partir da operação do usuário.....61

c. Estímulos visuais - outras possibilidades: animação.....	64
d. Da necessidade de habilidades motoras.....	68
e. Estímulos sonoros.....	69
3.2 Arquitetura da informação.....	72
a. Iconicidade dos comandos.....	73
b. Tradução verbal de ícones e menu; <i>feedback</i> verbal no momento da operação.....	97
c. <i>Feedback</i> sonoro.....	112
d. A navegação: hierarquização da informação, possibilidades de flexibilização da arquitetura da informação, diferentes formas de visualização oferecidas pelo <i>software</i>	113
3.3 Modalidades da experiência.....	116
3.4 Dispositivo informacional.....	125
3.5 Dispositivo comunicacional.....	133
3.6 Dispositivos de memória e extensão.....	139
3.7 Dispositivos de abordagem.....	142
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162

CAPÍTULO 1

AMBIENTE TEÓRICO PARA ANÁLISE DO *SOFTWARE* EDUCATIVO

Esta pesquisa tem por objetivo cartografar os recursos de abordagem utilizados em programas educativos de Matemática a partir da descrição e da análise de algumas possibilidades do *software* educativo dessa disciplina no que se refere à composição do ambiente no qual o usuário será inserido durante sua operação.

1.1 História, mídia, leitura

Especulações... Estas são a motivação inicial do projeto que gerou a pesquisa de observação e análise do *software* educativo de Matemática que relataremos aqui.

Especulações temperam nossa relação com o novo, ou com o que não dominamos, com o que traz mudança de hábito ou altera nossa percepção das coisas. Portanto, elas estão presentes nas relações que desenvolvemos com novas formas de conhecer e de difundir o conhecimento, novas formas de produção, novas ferramentas de trabalho, novas formas de relacionamento que vamos testemunhando e, ao mesmo tempo, desenvolvendo e moldando.

Inegavelmente, ao surgimento de cada tecnologia intelectual (LÉVY, 1993) — mais especificamente ao surgimento de cada mídia —, as sociedades produziram seus conjuntos de especulações, reprimidas ou não, ligadas a diferentes grupos de interesse ou poder. Um tipo de especulação que não podemos deixar de destacar é a que vivenciamos de duas décadas para cá, fruto da inserção definitiva

da informática na vida do cidadão comum, a qual permeia a discussão que propomos neste trabalho. Para começar a tratar esta questão, é importante ressaltar que o desenvolvimento de determinada tecnologia é envolto numa aura de promessas. No decorrer do caminho evolutivo da tecnologia, algumas expectativas se concretizam, outras deixam de ser cumpridas. O processo de consolidação dessa tecnologia e as maneiras pelas quais ela sofrerá apropriação são, de certa maneira, influenciadas pelo que foi prometido, pela natureza e pela abrangência das promessas, pelas conseqüências imaginadas para seu uso e pelo proveito que se imaginou que se tiraria desse uso. A imaginação é um fator importante no lidar do homem com suas próprias invenções, no gerenciamento de aparatos técnicos, de utensílios e de práticas que vão pautando e modificando a vida social. Juntamente com os interesses e demandas, com as condições materiais e com as relações de poder, a imaginação compõe o conjunto complexo que alimenta as *representações*, aqui tomadas no sentido dado por Roger Chartier (1988). Para o autor, as representações constituem um conceito importante para a História Cultural, pois dizem respeito a operações, originadas em cada grupo social, que organizam a apreensão do real e nela influem, gerando "esquemas intelectuais incorporados que criam figuras graças às quais o presente pode adquirir sentido, o outro tornar-se inteligível e o espaço ser decifrado" (idem: 17).

Especulações chamaram minha atenção há cerca de três ou quatro anos, quando escolas de Ensino Fundamental passaram a divulgar, de maneira mais maciça, o uso de tecnologias informáticas em sala de aula. "Novas abordagens", "novo material didático", "inovação tecnológica", "sala de aula do futuro": essas

são algumas expressões presentes em anúncios publicitários que podíamos encontrar com frequência e que buscavam atrair o interesse de potenciais alunos e a credibilidade da sociedade. Essas expressões traduzem o posicionamento estratégico da escola: ser "mais do que o giz e o quadro-negro"¹, encarnar num novo aparato material a possibilidade de ampliação do aprendizado. A especulação, aqui, reside na maneira como se abordou o uso de novas tecnologias, ou seja, na associação do uso dessas tecnologias à garantia de inovação, que levaria à garantia do bom ensino e do sucesso na aprendizagem.

Na última década, considerando a realidade brasileira, o computador implantou-se com bastante força no cotidiano das organizações e lares e, nessa apropriação das tecnologias informáticas, algumas práticas foram alteradas em cada contexto de apropriação, seja na maneira de nos organizarmos, seja na escolha do veículo, da frequência, ou mesmo da pauta de nossas comunicações, seja nos modos de estruturarmos nossas práticas de leitura. É importante perceber que esse tipo de alteração se faz na relação que se estabelece entre a coletividade e o tipo de tecnologia intelectual em evidência. Alteração que não se realiza por inteiro de um dia para o outro, e nem se faz de maneira estanque e definida, mas que se constitui em meio a práticas e representações tradicionais. Se hoje a interface informática influencia nossa maneira de pensar, estruturar o conhecimento e constituir as estruturas e os fluxos de comunicação nos quais nos inserimos, práticas tradicionais ainda moldam nossa trajetória:

(...) se alguns tempos sociais e estilos de saber peculiares estão ligados aos computadores, a impressão, a escrita e os métodos mnemotécnicos das sociedades orais não foram deixados de lado. Todas essas

¹ As frases destacadas com aspas formam uma amostra do que poderia ser encontrado em anúncios de escolas particulares veiculados em comerciais de TV e jornais locais e revistas como *Nova escola*, entre os anos de 2000 e 2002.

"antigas" tecnologias intelectuais tiveram, e têm ainda, um papel fundamental no estabelecimento dos referenciais intelectuais e espaço-temporais das sociedades humanas. Nenhum tipo de conhecimento, mesmo que pareça-nos tão natural, por exemplo, quanto a *teoria*, é independente do uso de tecnologias intelectuais. (LÉVY, 1993: 75)

Entretanto, na apropriação que se faz da tecnologia, paralelamente a esse processo de alteração, discursos são constituídos de acordo com expectativas de determinados setores; discursos que contaminam o imaginário da comunidade e ajudam a construir o devir tecnológico.

Por isso, é importante refletirmos sobre essas complexas imbricações entre técnica, discurso e práticas sociais, retomando a idéia de "representação" tal como descrita na obra de Roger Chartier (1988). O autor refere-se à "representação" como um dos conceitos aos quais a História Cultural deveria passar a se ater, tendo em vista as questões epistemológicas acentuadas a partir das décadas de 60 e 70 do século XX e propiciadas pela tensão de limites estabelecida com as disciplinas mais recentemente institucionalizadas. Para Chartier, um dos desafios à História a partir dos anos 80 é justamente o deslocamento do foco "das hierarquias para as *relações*; das posições para as *representações*" (1988:14) [grifos nossos]. E esse deslocamento é um parâmetro particularmente importante no tipo de perspectiva que queremos seguir: seria estranha a proposição de uma análise de mídia que não considerasse, de modo abrangente, a materialidade da própria mídia e do ambiente social que dela se apropria — materialidade essa que, em última instância, pode moldar o funcionamento da mídia na sociedade, ao criar condições para determinadas formas de apropriação, que promoverão ruptura em relação a certas práticas precedentes ou que revelarão a continuidade dessas práticas.

É importante perceber que, necessariamente ligadas às posições estáveis do grupo que as elabora e alimenta de sentido, as representações traduzem posições e justificam discursos. Isso vem, mais uma vez, chamar a atenção para a necessidade de se incorporar ao arsenal de parâmetros para uma análise de mídia uma percepção cuidadosa da conjunção entre a materialidade do suporte e o ambiente sócio-histórico e discursivo em que a interação entre o homem e as mídias acontece.

1.2 Em cena, a hipermídia

Como todo fenômeno do campo da Educação, a consolidação de certo tipo de mídia como material didático e seu emprego por parte da escola envolvem atores, objetos, intenções e práticas que se cruzam em diferentes contextos e sob diferentes perspectivas. A própria "técnica" — nesta análise que procura estabelecer diálogos entre os campos da Comunicação e da Educação —, não pode deixar de ser considerada de um ponto de vista relativizador, tendo por princípio a diversidade de possibilidades e posicionamentos:

(...) O desenvolvimento das cibertecnologias é encorajado por Estados que perseguem a potência, em geral, a supremacia militar em particular. É também uma das grandes questões de competição econômica mundial entre as firmas gigantes de eletrônica e do *software*, entre os grandes conjuntos geopolíticos. Mas também responde aos propósitos de desenvolvedores e usuários que procuram aumentar a autonomia dos indivíduos e multiplicar suas faculdades cognitivas. Encarna, por fim, o ideal de cientistas, de artistas que desejam melhorar a colaboração entre as pessoas, que exploram e dão vida a diferentes formas de inteligência coletiva e distribuída. (LÉVY, 1999: 24)

A presente pesquisa, em sintonia com reflexões pioneiras² sobre as interfaces³ possibilitadas pela informática, insere-se num esforço conjunto muito peculiar: tentar inventariar os recursos técnicos e comunicativos utilizados na construção dessas diversas interfaces informáticas, que nos são apresentadas todos os dias e que, por vezes, ainda são capazes de nos interpelar com novidade.

A assimilação das abordagens e estruturas das interfaces informáticas é um processo permanente. Não é difícil perceber que certos procedimentos e maneiras de organização do pensamento que adotamos já estão contaminados pelo *modus operandi* informático. Entretanto, resta, mais uma vez, especular se esse processo de assimilação se estabilizará até o ponto de se exterminarem tensões e estranhamentos, tal como hoje nos parece natural. Tomemos como exemplo o modo de apresentação e organização do impresso, com índices, remissões, seqüenciação de páginas, etc.

Estamos hoje tão habituados a este tipo de organização do saber [*trazido pelo impresso, o método analítico de exposição*], a esta possibilidade de orientar-se em tabelas e índices que nos esquecemos de sua singularidade. Não percebemos mais a ligação entre este tipo de representação dos conhecimentos e a impressão. [LÉVY, 1993, 97]

Nessa perspectiva, pode-se admitir que a profunda ligação entre as formas de saber às quais estamos habituados e as tecnologias intelectuais ativas em nosso contexto torna-se parâmetro para operarmos, de um lado, releituras da tradição e, de outro, analisarmos as reais modificações trazidas pelas interfaces cognitivas que

² Pesquisas que abordem os produtos informáticos do ponto de vista da estruturação de sua interface transpõem campos diversos e consistem em um todo teórico que dá suporte aos trabalhos atuais sobre novas tecnologias. As pesquisas pioneiras que embasam esse conjunto de reflexões e motivam a continuidade de questionamentos advêm do próprio campo da ciência da computação, no trabalho de cientistas do MIT, que, desde meados do século passado, instituíram bases teóricas importantes que alimentam as discussões hoje feitas sobre tecnologia já no campo das ciências sociais. Nesse contexto, consideramos os trabalhos de Ted Nelson, Seymour Papert, Nicholas Negroponte e outros.

³ Tomamos a palavra no seguinte sentido: tradução da linguagem numérica de programação para um ambiente sógnico passível de leitura por usuários em geral.

virão após um maior aprendizado cultural das tecnologias informáticas. Tendo sempre em mente o afastamento de qualquer tipo de determinismo, é preciso considerar as possibilidades de releituras, adaptações ou mesmo negligência que pode sofrer uma tecnologia intelectual.

Portanto, as reflexões que permeiam este trabalho testemunham um processo de assimilação de uma tecnologia intelectual iniciado, mas ainda não concluído. Como ocorreu com o impresso, os consensos ainda estão por se estabilizar, o que torna o momento especialmente rico até mesmo para nos exercitarmos epistemologicamente em possíveis rearranjos ou suspensões no processo de estabilização e cristalização dessa tecnologia intelectual.

Justamente nessa transição que ainda se desenrola, torna-se possível e necessária uma análise das interfaces e abordagens presentes no tipo de produto instaurado com o ciberespaço. Análise que se desenrole no próprio fluxo de adaptações que ainda está em curso. Adaptações em nosso modo de ler, adaptações das interfaces às nossas necessidades. Nessa perspectiva, serão estabelecidas algumas estratégias de análise que tenham utilidade prática em ambientes de produção e consumo de programas educativos, embora saibamos que quaisquer categorias devem reportar-se a um todo maior, que envolverá a própria gênese da mídia e a movimentação dos atores envolvidos em sua apropriação.

A análise das inovações de abordagem e das potencialidades comunicativas das mídias em um contexto educativo deve ter, como referência, as *condicionantes* dessa nova mídia (LÉVY, 1999:25), ou seja, o rol de possibilidades organizacionais, cognitivas e expressivas que se abrem à sociedade. Lévy, nesse contexto, utiliza o termo *condicionante* para designar fatores que oferecem

condições ou acrescentam potencialidades a determinado processo social, ainda que não sejam a causa do processo, apenas o modificam com as possibilidades que trazem, criando e desenvolvendo ambiente para determinados acontecimentos.

Assim, se desejamos observar as interfaces do *software* educativo do ponto de vista das potencialidades típicas do suporte hipermidiático, tomamos como *condicionantes* padrões como a multimodalidade (tátil, visual ou auditiva); as possibilidades de desdobramentos, de *feedback*, de comentário, de manipulação da informação (ou do objeto de informação, como no caso do *software*) e de retomada das ações efetuadas; a capacidade de memória; e a predisposição para propiciar e difundir construções coletivas. Esse condicionamento é, portanto, considerado numa linha de pensamento em que a técnica não *determina* a cultura e a sociedade, mas as *condiciona*, no sentido de possibilitar o desenvolvimento de certos modos de funcionamento e organização, que por si sós influenciam imaginários que vão questionar, transformar, reforçar, destruir ou mesmo recriar tradições. Nos dizeres de Lévy (1999:25), trata-se da abertura de "algumas opções culturais ou sociais, que não poderiam ser pensadas a sério sem sua presença [das condicionantes]".

Na intenção de aprofundar o conhecimento dos recursos empregados nas abordagens presentes em *software* utilizados como material didático, gostaríamos de salientar algumas especificidades das mídias eletrônicas e hipertextuais.

A definição de **hipermídia**⁴ já traz em si a premissa da convergência de linguagens. Tem-se, pelo menos, texto⁵ escrito convivendo com imagem e som (música, narração, ruído, etc.), considerando a **interatividade** como pressuposto

⁴ Nos dizeres de Lévy (1999:254): *Desenvolvimento do hipertexto, a hipermídia integra texto com imagens, vídeo e som, geralmente vinculados entre si de forma interativa. Um enciclopédia em CD-ROM seria um exemplo clássico de hipermídia.*

⁵ O termo 'texto' é, nesse momento, utilizado em sentido bastante restrito: o da disponibilização, no *software*, de páginas ou blocos escritos, sem maiores implicações lingüísticas ou discursivas.

que deve reger não só a forma como estes se interconectam, mas as maneiras de manipulá-los, ouvi-los e compô-los. A essa conjunção de imagem e som e outros estímulos que constituem uma hipermídia, aplica-se o termo **multimodalidade** (Lévy, 1999), que se refere ao fato de nela se conjugarem estímulos a diferentes modalidades perceptivas, o que se faz, muitas das vezes, de maneira simultânea. Assim, texto e imagem são representações que solicitam a visão; recursos de áudio, por sua vez, solicitam a audição, o que pressupõe a possibilidade de captação de palavra, melodia e ruídos...Nesse aspecto, Lévy (1999) ressalta a inadequação da palavra “multimídia” para nomear *software* ou outros hiperdocumentos em função, apenas, da variedade de modalidades perceptivas estimuladas.

É necessário, ainda, ter em conta o resultado dessa convergência de linguagens, que poderíamos chamar de **ambientação**. A acepção que, neste trabalho, conferimos ao termo "ambientação" considera o espaço de interação entre o usuário e o programa de computador, fazendo referência não somente às características visuais ou sonoras do aplicativo, mas também à integração entre diferentes páginas, diferentes telas, diferentes comandos. Tal acepção refere-se ainda às opções estéticas e de roteiro empregadas na construção dos universos que abrigam os conteúdos. Enfim, a palavra "ambientação" agrega noções de criação de universos e de materialização de narrativas, além das características visuais e sonoras das condições de usabilidade⁶ do *software*, superando uma noção mais restrita apenas ao projeto gráfico da publicação.

A noção de **ambientação**, nesta pesquisa, será uma chave para a análise da estrutura dos *software* selecionados, no sentido de cartografar os recursos

⁶ O termo usabilidade diz respeito a um campo da Ciência da Computação destinado a estudar a interação entre sistemas informáticos e o usuário, tendo em vista alguns padrões de qualidade técnica que podem reger esta interação.

midiáticos efetivamente empregados em relação às potencialidades que a mídia oferece, bem como em relação aos tipos de estratégias para abordagem da Matemática propiciadas pelo cruzamento entre esses dois fatores. Portanto, se vivemos num contexto em que a mediação tecnológica influencia as várias esferas sociais, e é por elas influenciada, isso também acontece de forma decisiva no campo da Educação — em particular da Educação Matemática —, o que exige adaptações de diversas naturezas nas práticas educativas, gerando questões de múltiplas repercussões.

1.3 Questão de pesquisa

Esta pesquisa insere-se nos esforços para se aprofundar o conhecimento das estratégias de abordagem dos conhecimentos escolares mobilizadas em material didático destinado ao uso em sala de aula. Mas, atenta também à questão da apropriação das novas tecnologias pelo campo da Educação, ela voltou-se, de modo particular, para a maneira como se vêm estruturando as abordagens didáticas dos *software* educativos de Matemática atualmente utilizados no Ensino Fundamental.

Com **abordagem** nos referimos à maneira pela qual se estruturam textual, sonora e imageticamente enunciados, questões, atividades, funções e ferramentas, e os recursos de linguagem (texto, imagem, som) nos quais as produções educativas eletrônicas de Matemática investem e ao modo como efetivamente se apropriam de potencialidades típicas dos meios hipermidiáticos. Procuraremos avaliar a forma pela qual a conjunção de representações verbais, visuais e sonoras se une à conjunção de recursos e possibilidades próprios dos suportes informáticos na estruturação de uma abordagem de conteúdos da matemática escolar.

Definidos o interesse e as motivações desta pesquisa, bem como as noções-chave que a orientam, é necessário evidenciar o procedimento inicial que permite a organização funcional de nossa análise. Destacamos, portanto, a definição de **categorias de observação** como operação que nos permite refinar o acesso às diversas manifestações comunicativas que tomam lugar na definição da abordagem do *software* educativo. Dessa forma, em consonância com as vertentes de discussão a serem mencionadas a seguir, estabelecemos alguns tópicos de referência, considerando sua importância na construção das maneiras pelas quais ocorre a comunicação no *software educativo*: elementos recorrentes no gênero de publicação, elementos que remetam a implicações operacionais, pedagógicas ou comunicativas importantes para um *software* educativo, etc. Nesse sentido, os procedimentos que estabelecemos, e que serão descritos no próximo capítulo, inspiram-se nos aparatos técnicos da Análise de Conteúdo, conforme descrita por Bardin (1977). Isso ocorre porque, segundo a autora, algumas das grandes funções da categorização na análise de conteúdo têm por objetivo classificar — para melhor descrever e operar uma leitura que fuja do superficial — elementos significativos dentro de determinado contexto de comunicação manifesta. Acreditamos que o conjunto de categorias a ser descrito mais adiante organizam nosso acesso aos elementos que compõem a abordagem do *software*, criando, inclusive, critérios para a identificação de elementos não previamente registrados num primeiro momento, qual seja, no do estabelecimento dos protocolos de navegação, conforme veremos no capítulo 2.

As categorias a que nos referimos foram baseadas em diversas reflexões sobre os desdobramentos sociais, operacionais, comportamentais e de

leitura presentes na relação que a sociedade desenvolveu com as mídias (BRIGGS & BURKE, 2004; CHARTIER, 1988, 2002; LÉVY, 1993, 1999; MACHADO, 2001; PAPERT, 1988; VALENTE, 1993). Essas categorias são, na verdade, resultado de toda uma vivência, por parte, inclusive, da comunidade de pesquisa que trabalha sobre o tema, ao mesmo tempo coletiva e subjetiva, do mundo digital. São também estudos — com aportes da engenharia de *software*, e, mais recentemente, da Engenharia de Usabilidade — sobre a conjuntura histórica do desenvolvimento da informática, desde o Memex, passando pelos sistemas tutoriais inteligentes (BOLTER, 1991; BUSH, 1945; LÈVY, 1993; NELSON, 1965; NEGROPONTE, 1995; VALENTE, 1993: 102; WINOGRAD & FLORES, 1986), rumo à sua consagração social como tecnologia intelectual vigente no mundo pós-industrial, dotado de sistemas informáticos baseados em graus cada vez mais intensos e sofisticados de potência de processamento e interatividade. Assim, parte dos estudos diversos que originam essas categorias trata das raízes e dos impactos da digitalização em nossa vida. Nos estudos acima referidos, são situadas reflexões históricas e filosóficas não só a respeito da imbricada relação entre as tecnologias intelectuais e a sociedade, bem como das implicações das diversas faces da técnica em nossa maneira de nos organizarmos, pensarmos e gerirmos o tempo, a informação e a relação com as pessoas, ou seja, como nos relacionamos com o virtual e o digital.

Pretende-se aqui observar a estruturação de determinados programas de Matemática, trazendo sempre à tona seu caráter de produto editorial, no intuito de observar como se dá a complexa conjunção dos recursos utilizados em sua abordagem. É, porém, igualmente importante lançar mão de teorias preocupadas

em discutir os fatores que permitem que um programa, uma vez inserido em um processo educativo, ofereça situações que favoreçam a compreensão e a interação produtiva entre os vários elementos que compõem o processo de aprendizagem. Uma discussão implícita nesses diversos estudos é a identificação de situações em que o computador, num ambiente educacional, é encarado como mera ferramenta ou como filosofia pedagógica. Nesse ambiente de debate, torna-se possível perceber, às vezes, o estabelecimento de uma dicotomia entre essas as acepções para o computador como filosofia educacional ou como mera ferramenta disponível na escola, as quais, como afirma Valente (1993:1) acabam servindo para alimentar concepções tradicionais de ensino.

Valente (1993: 51) chama a atenção para o paradoxo que permeia a consagração das tecnologias informáticas em sala de aula. O autor lembra que estas servem tanto a novas possibilidades de abordagem e à construção de práticas de “aprendizado socialmente distribuído” (1993: 62) como também, e talvez até em primeira instância, à automação de métodos tradicionais de ensino. Assim, caberia a um estudo preocupado com o potencial pedagógico da informática focalizar as possibilidades existentes para que o computador ofereça oportunidades mais concretas de se criar ambientes em que o aluno esteja na posição de interferir ou mesmo de definir os rumos da relação que estabelece com o conhecimento. Poder-se-ia pensar, então, na informática atuando em sala de aula na criação de ambientes de aprendizagem com os quais o aluno possa estabelecer **relações** (por vezes tensas, conflituosas, mas instigantes), e não utilizá-la apenas como uma **fonte de liberação de informação**. O aluno caminharia em relação ao conhecimento a ser trabalhado, de acordo com o ritmo que ele mesmo estabelece, sendo a tecnologia

um elemento que pode ajudá-lo a estruturar seu raciocínio por meio de estímulos "poderosos". Aqui é interessante lembrar o relato de Papert (1988:129) sobre a metáfora elaborada por um aluno que trabalhava em um ambiente LOGO, o qual, após aprender a estruturar sua programação em blocos menores, facilitando a detecção de erros, considerou o processo como "morder somente o que se pode mastigar". É, entretanto, importante refletir sobre a relação do aluno com essa tecnologia já não é pura e que "contaminações epistemológicas" já foram feitas:

A metáfora do computador como uma entidade que fala uma linguagem matemática coloca o aprendiz numa nova qualidade de relacionamento com um importante domínio do conhecimento (...) Quando a criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. Em particular, o conhecimento é adquirido para um propósito pessoal reconhecível. A criança faz alguma coisa com ele. O novo conhecimento é uma fonte de poder e é experienciado como tal a partir do momento que começa a se formar na mente da criança. (PAPERT, 1988: 36-37)

Dentro do exposto, Papert, em diálogo com as teorias de Piaget, concebe o computador como mais do que uma ferramenta poderosa para incentivar mudanças de posição no cotidiano escolar. Nesse processo, o aluno deixa a posição de ouvinte para adotar a de pesquisador. Para Papert, o computador pode representar a própria lógica cognitiva, o acesso ao pensamento formal.

Borba & Penteado (2003), tendo em vista o panorama histórico e discursivo que envolve a tematização do uso da Informática na Educação, irão discutir as diversas maneiras pelas quais a informática pode modificar a relação do aluno com o conhecimento e a relação do professor com a própria prática pedagógica.

Uma vez que cada *software* é resultado de condições de produção e concepção altamente diferenciadas entre si, devemos ressaltar que as categorias que guiarão a análise a ser feita neste trabalho não devem servir como parâmetros estanques. É necessário ressaltar que o *software* educativo, como um produto

editorial, é elaborado de acordo com demandas determinadas e que a análise pretendida deve contemplar as possíveis traduções dessas demandas e das demais condicionantes sociais e discursivas desse produto. Embora as demandas e o contexto em que se faz a apropriação das tecnologias informáticas no ambiente escolar não sejam objeto deste estudo, seria necessário atentar para suas especificidades, contempladas aqui como determinantes também capazes de possibilitar o sucesso de uma dada interação de alunos com determinada hipermídia.

Diversas maneiras pelas quais uma nova tecnologia pode propiciar situações pedagógicas interessantes por meio da ativação deste ou aquele recurso específico são mencionadas nos relatos das pesquisas desenvolvidas por Borba & Penteado (2003:38). Ao descreverem análises da interação entre uma turma de alunos e um *software* desenvolvido para o estudo de funções, enfatizam que as mídias informáticas, associadas e em consonância com planos pedagógicos abertos para tal, podem transformar o tipo de Matemática abordado em sala de aula. Nesse caso específico, eles mencionam a possibilidade, graças à abordagem oferecida pelo *software* em questão, do estímulo à formação de conjecturas e da coordenação que passa a ser feita pelo aluno, de diferentes representações de um mesmo conceito. Assim, enquanto refletimos sobre a maneira pela qual determinado *software* exerce ou não as potencialidades hipermidiáticas, podemos concluir também que um bom aproveitamento depende do entrosamento do aparato disponível com o plano de exploração do conteúdo matemático que se deseja apresentar. Nessa perspectiva, os pesquisadores (2003:46) destacam processos experimentais que tiram especial proveito de *feedback* visual, de múltiplas

representações e, por fim, da formulação de conjecturas que pode ser estimulada pelo ambiente informatizado em questão. Aprofundando a reflexão sobre a qualidade das relações possíveis entre o aparato tecnológico disponível em sala de aula e as práticas desenvolvidas nesse espaço, Borba & Penteado (2003:46) declaram esperar que tais práticas mediadas tecnologicamente devam estar em harmonia

com uma visão de construção de conhecimento que privilegia o processo e não o produto-resultado em sala de aula, e com uma postura epistemológica que entende o conhecimento como tendo sempre um componente que depende do sujeito.

Os autores acima observam e abordam criticamente o uso de tecnologias dentro de um contexto de ensino de Matemática, seja no Ensino Fundamental, seja na formação de professores. Constituindo uma prática de pesquisa em Educação e Novas Tecnologias baseada na observação das possibilidades de seu uso proveitoso no cotidiano pedagógico, esses pesquisadores trabalham igualmente as especificidades epistemológicas dos conteúdos e dos instrumentos disponíveis para a prática pedagógica, bem como o retorno dado pelos alunos durante o processo. Esse tipo de perspectiva teórica, que é constantemente aperfeiçoado em sala de aula, nas práticas cotidianas, consiste, para nós, numa área de abastecimento teórico importante. A análise dos recursos de abordagem como potencialidades que se atualizariam no uso do *software* educativo de Matemática — conforme analisaremos neste trabalho — poderá referenciar-se nos contextos teóricos erigidos a partir de estudos de práticas educativas com o uso do computador.

Esta é a especificidade da análise que aqui é proposta: ela é voltada para os limites produto, para a concepção de uma idéia editorial. Seu foco se prende ao momento anterior ao uso do *software*, revelando instâncias do planejamento,

testemunhando a tensão entre "concepção" e "encarnação", ou seja, a tensão da tradução do que se quer oferecer para o que se oferece em definitivo.

O resultado que buscamos é uma cartografia da imbricação e organização do conjunto de signos que se oferece para embate com o leitor/usuário: o uso do texto, da imagem, na sua inter-relação e na sua relação com outros elementos dentro de diferentes conjuntos de recursos computacionais de exibição, armazenamento e transmissão. Certamente, o uso efetivo do *software* em situação real de aprendizagem mostrará os verdadeiros resultados desse embate, mas é preciso dar-se conta de que isso se faz a partir das bases constitutivas do *software-ambiente* e do *software-mensagem*, cuja análise poderá subsidiar uma melhor compreensão do fenômeno educativo.

CAPÍTULO 2

TRAJETÓRIA DA PESQUISA

2.1 Comunicação e Educação

Esta pesquisa entende o material didático — e seu emprego por parte da comunidade escolar — como elemento que interessa ao campo teórico da Educação e que demanda reflexões específicas. Isso porque ele desempenha um papel importante nos diversos processos de tensão, ruptura e estabilização que configuram as práticas educativas.

Neste trabalho, tomo, portanto, o *software* educativo de Matemática como material didático, parte integrante dessas diversas práticas, na acepção de conjunto de instrumentos que, junto com outros elementos, dão suporte à implementação de determinado projeto pedagógico. Mas é preciso fazer uma distinção importante: aqui focalizaremos o material didático concebido como tal, ou seja, instrumentos cuja elaboração já objetiva seu uso pedagógico, excluindo outros artefatos que, tendo sido criados para outras finalidades, possam passar a ser usados como material didático em determinada circunstância. Com essa perspectiva, analisaremos algumas particularidades de programas educativos, tentando perceber como a intencionalidade pedagógica passa a constituir as abordagens e a modelar o discurso no suporte hipermidiático.

A nossa experiência de trabalho com produção editorial de material didático e educativo permite-nos vislumbrar, na vertente de estudos sobre material didático, um lugar legítimo de constituição de importantes relações de pesquisa entre os campos da Comunicação e da Educação.

Se, de um lado, a configuração do material didático é limitada e/ou potencializada pelos recursos da mídia, por outro lado ela deve sofrer adaptações e modelizações exigidas pelo campo pedagógico e pelo jogo de tensões que permeiam a elaboração e veiculação de discursos, a implementação de diversas naturezas de estratégias, as reações às tensões originadas em seu uso por alunos e professores no cotidiano escolar.

Dessa forma, a pergunta que anima essa pesquisa — De que maneira o *software* educativo de Matemática se apropria dos recursos hipermidiáticos na composição de sua abordagem? — busca contribuições dos campos da Educação e da Comunicação, numa tentativa de ajudar a construir maneiras de compreender o *software* como material passível de exploração dentro do contexto educacional.

Para que possamos trazer para a reflexão pedagógica contribuições do campo da Comunicação, é necessária uma breve reflexão sobre características desse campo de pesquisa, que se constitui em meio a recorrentes questionamentos filosóficos e epistemológicos, dada sua natureza interdisciplinar, tornando complexa a delimitação de objetivos e objetos de pesquisa.

Diferentemente do que acontece em outras disciplinas, o campo da Comunicação se ressentia da ausência de um "modelo gerativo" em suas delimitações epistemológicas — isto é, de um conjunto de procedimentos institucionalizados na relação com o conhecimento e com o próprio objeto de pesquisa — conforme aponta Issler (2002: 42-43), ao comparar o campo da Comunicação Social ao das Ciências da Terra. Justamente em meio a essa ausência de referência inicial, ou, dizendo de outra forma, diante da pluralidade de objetos em potencial, o ambiente de pesquisa em Comunicação ainda busca sua

estruturação e a criação de metodologias específicas para o campo da Comunicação. Desse modo, o mapeamento empreendido por Santaella (2001), ao revelar o campo da Comunicação como totalidade formada pelos diversos subterritórios inter-relacionados, que geraram diferentes mapas de orientação⁷, oferece um roteiro metodológico àqueles que pretendem explorar as possibilidades de análise oferecidas e demandadas pelas investigações nesse campo. Referindo-se a esses terrenos e mapas, Issler (2002) ressalta a existência de diferenças evolutivas e cronológicas na tradição das abordagens teóricas que vêm sendo dirigidas a cada um dos subterritórios. Para concluir, afirma que, embora seja intrínseca ao campo da Comunicação, a pluralidade de objetos potenciais e das possibilidades de lentes para observá-los, provenientes das relações interdisciplinares que o fenômeno suscita para sua compreensão, é imprescindível que estejamos atentos aos objetivos específicos do campo, como sugerem as delimitações fornecidas por Santaella (2001). Para compreender e caracterizar esse objeto, é exigido do pesquisador o trânsito por referências teóricas provenientes de outros campos.

2.2 O percurso da pesquisa e as expectativas iniciais

O terreno que me propus trilhar, o da configuração da abordagem de programas educativos, é marcado por tensões geradas em diferentes domínios: sendo produto editorial, o programa sofre as influências da conceituação de *software* educativo de Matemática que têm seus produtores; sendo produto tecnológico informático, é também definido por aspectos técnicos e operacionais; sendo conjunto de informações dispostas em determinado suporte, sua configuração é determinada nas possibilidades da mídia; sendo material didático,

⁷ Mapa das mensagens e dos códigos; mapa dos meios e modos de produção de mensagens; mapa do contexto comunicacional das mensagens; mapa do emissor ou fonte de comunicação; mapa do destino ou recepção da mensagem. (SANTAELLA, 2001 *apud* ISSLER, 2002).

pesam sobre sua concepção as exigências de seu caráter educativo. Além disso, há de se atentar para a rede discursiva que permeia a existência do *software* educativo em cada um dos domínios mencionados.

O processo de apropriação de determinado material midiático, independente da mídia que lhe sirva de suporte, envolve um imbricamento complexo de discursos, práticas educativas, papéis e representações sociais. O material didático encerra possibilidades de comunicação na abordagem que adota; mas, no uso efetivo por parte dos atores da comunidade escolar, é que essas potencialidades de comunicação são atualizadas. Isso nos faz retornar à reflexão sobre possibilidades metodológicas de uma pesquisa sobre meios de comunicação:

A comunicação, enquanto problema particular e como disciplina organizada, somente ganha autonomia quando de uma tomada de significação. Quando ela passa a ter o sentido de uma prática social que se exprime como estratégia racional de inserção do indivíduo na coletividade. (MARTINO, 2001: 34)

Na perspectiva de Martino, é a partir da noção de organização coletiva, como sentido para a Comunicação, que se pode perceber a criação de demandas, o planejamento de usos (para depois segui-los ou subvertê-los), etc. Enfim, é nesse contexto que os *meios de comunicação* passam a ser relevantes e a obter centralidade como eixos norteadores da pesquisa em Comunicação:

(...) Se não há dúvidas de que os meios de comunicação atravessam vários campos do saber, fica claro também que eles não constituem o objeto de nenhum saber em particular. Nenhuma dessas disciplinas [ciência política, psicologia da linguagem, psicologia dos processos simbólicos] se propõe a estudar os meios de comunicação à luz do novo sentido trazido pela nova forma de organização coletiva.

De outro lado, a temática dos meios de comunicação é a única suficientemente abrangente para servir de fio condutor, um verdadeiro fio de Ariadne, que permitirá ao pesquisador da comunicação atravessar os vários níveis de uma problemática complexa, utilizando-se de uma gama bastante variada de saberes, sem, no entanto, perder de vista a integração de um objeto próprio. (MARTINO, 2001: 37)

Esse referencial teórico da Comunicação Social nos ajuda na construção de uma perspectiva de pesquisa que não negligencia o posicionamento de nosso objeto como integrante de um processo educacional, com todas as imbricações e implicações que o delimitam e constituem, mas que se constrói com um olhar específico, centrado na mídia, na caracterização do tipo de proposta comunicativa feita ao usuário/leitor, ou seja, do perfil daquela potencialidade de comunicação que se encerra no produto e que adquirirá outras características a partir de seu *uso* ou de sua leitura.

Mas, para que este processo de pesquisa seja entendido, é necessário explicitar nossas expectativas iniciais, até mesmo para mostrar de que forma os resultados finais serão analisados e para identificar as sementes de reflexão trazidas por esses resultados.

Expectativas iniciais

As primeiras motivações para a realização deste trabalho surgiram da percepção da relativa semelhança no perfil de *softwares* educativos que chegavam às minhas mãos entre 2000 e 2002, quando da realização de minha monografia de especialização⁸. Nesse momento, começo a ter contato com títulos disponíveis em livrarias, num contexto em que se passa a valorizar o entretenimento eletrônico com finalidades educativas⁹. Observo, também, os títulos que começavam a

⁸ *Software educativo e artes visuais*; as possibilidades de um novo suporte. Monografia de conclusão do curso de especialização *Pesquisa e ensino no campo das artes plásticas*. (Escola Guignard/UEMG, 2002)

⁹ Nesse aspecto, como mais uma referência importante para a perspectiva de análise deste trabalho, situamos a análise histórica de Briggs & Burke (2004), que eleger a tríade "Informação, Educação e Entretenimento" como conjunto de elementos que tiveram suas fronteiras persistentemente esmaecidas durante o século XX. Isso ocorreu seja porque esses elementos passaram a coexistir nas estratégias daqueles que se tornaram dirigentes dos impérios das comunicações de massa, seja pelo fato de o próprio desenvolvimento das tecnologias de comunicação de massa, durante o século XX, ter propiciado tamanho aumento do volume de informação circulante que a sociedade, como um todo, passa a ter de demandar estratégias de reagrupamento dessa informação em carros-chefe

aparecer como parte do material didático das grandes redes de ensino, "personagens principais" da divulgação do "novo ensino" que se tentava divulgar. Tanto os *software* comercializados em livrarias quanto os produzidos pelas grandes redes de ensino continham linguagem e estrutura muito semelhantes entre si, e sua estruturação seguia as seguintes premissas:

- uma trilha a ser percorrida, ou missão a ser cumprida, estruturadas em torno de uma narrativa;

- apresentação de cenários ficcionais mais estruturados (quando da existência de uma narrativa de fundo, neste caso, sucessão de cenários a serem apresentados ou ambientes virtuais a serem percorridos) ou menos estruturados (cenografia para as trilhas simples) dentro do qual as tarefas deveriam ser executadas.

- presença de roteiros fechados, organizados em torno do tema ou dos conteúdos a serem abordados, o que inviabiliza o uso do *software* de maneira independente das questões presentes no roteiro. Muitas vezes essa estruturação rígida inviabiliza o estabelecimento de percursos originais (um exemplo seria a impossibilidade de se terminar a tarefa em caso de erro de determinada questão-chave ou saldo insuficiente de acertos).

Quando da realização da referida monografia de especialização (ALBUQUERQUE: 2002), identifiquei esse perfil de abordagem como o mais recorrente em relação aos caminhos tomados pelo *software* como material didático ou como apoio à aprendizagem das diversas disciplinas do currículo fundamental,

capazes de conceituar seu próprio escoamento. Educação e entretenimento tornaram-se alguns deles. Com o desenvolvimento do ciberespaço, as relações entre os elementos dessa tríade tornaram-se ainda mais embaçadas, agora em função do apelo intrínseco do ciberespaço à ausência de muros e de ampliação do acesso à informação.

uma vez que tal estrutura era reconhecida em boa parte dos títulos disponíveis para aquisição. Tomando por referência este panorama, apresentei meu projeto de pesquisa ao Programa de Pós-Graduação da FAE/UFMG. O projeto não fazia referência a disciplinas específicas. Tendo a orientadora proposto que se analisasse material de Matemática, começamos a refletir sobre a oportunidade que se delineava, trazida pelo potencial específico de programas voltados para tal disciplina. Com relativa surpresa, observei que havia entre programas que envolviam a Matemática, para aquisição ou mesmo *download*, grupos de publicações de natureza distinta daqueles identificados na pesquisa anterior (ALBUQUERQUE: 2002):

- publicações voltadas para o trabalho com operações fundamentais, em que se apresenta um contexto ficcional que motivará a realização das atividades;

- jogos em que o domínio de determinados procedimentos de cálculo ou de associações lógicas é o motor para o cumprimento dos objetivos;

- *software* educativos abertos que exploravam o caráter simbólico e visual que tradicionalmente compõem as abordagens da álgebra e da geometria, respectivamente.

- *software* abertos, a princípio desvinculados de um uso pedagógico, voltados para cálculo financeiro e funções, a exemplo dos programas de elaboração de planilhas eletrônicas.

2.3 Constituição do *corpus* para análise

Com o levantamento inicial de programas educativos para o ensino de Matemática, reorganizamos nosso referencial teórico na busca de questões relativas aos tipos de abordagens possíveis e esperadas da Matemática, mantendo as

questões iniciais: qual será o tipo de abordagem que irá predominar entre os títulos disponíveis para uso em sala de aula? Haverá títulos que invistam numa utilização mais plena dos recursos da hipermídia?

Conforme já relatamos, havíamos realizado algumas análises preliminares de alguns títulos. Elas apontavam, em geral, uma utilização insuficiente dos recursos hipermidiáticos, em estruturas de organização lineares e fracamente interativas. A amostra então estudada, entretanto, era bastante limitada. Restringia-se a produtos disponíveis em livraria, para consumo como entretenimento ou apoio educativo e a material didático de um certo grupo de instituições de ensino: as grandes redes particulares, muitas delas com franquias em nível nacional. Para o alcance deste trabalho e sua repercussão no campo da Educação, seria necessário que efetivássemos um diálogo com atores da comunidade escolar — mais especificamente diretores, coordenadores de área ou professores — que pudessem identificar o repertório e a frequência de uso de *software* educativo de Matemática nas escolas das redes pública e privada em Belo Horizonte e, eventualmente, justificar o uso dessas tecnologias em sala de aula. São os professores que determinarão os rumos do processo de apropriação de material didático e isso acontece de variadas formas: em relação a que tipo de ensino de Matemática ele integrará; em relação também às possibilidades de sua influência na relação que os alunos desenvolverão com o *software* como material didático, etc. A preponderância do papel do professor nesse contexto se faz ainda que se considerem os movimentos sucessivos de fidelidade ou traição das premissas implícitas no material didático (traçadas pela escola, pelo sistema educacional, pelos produtores de material...).

2.4 Escolhas e trajetória da pesquisa

Para a definição dos títulos a serem analisados, procuramos informações em levantamentos institucionais ou acadêmicos sobre como as escolas, principalmente as da rede pública, aparelhavam-se em relação ao uso de tecnologias informáticas em sala de aula. O levantamento nas escolas particulares seria mais direto em função da própria divulgação do uso de novas tecnologias em sala de aula realizada pelas mesmas. Chegamos, assim, ao estudo exploratório empreendido por Gazire et. al. (2003) e realizamos abordagem informal no setor de Informática e Educação da Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte¹⁰. Desse estudo se depreende que o professor, dependendo da escola e da rede de ensino em que trabalha, passará a ser menos ou mais incentivado a realizar atividades no laboratório de informática (que podem ser atividades de produção de texto e realização de pesquisas, atividades de realização de tarefas-suporte para o desenvolvimento de conceitos, atividades de revisão visando à apreensão dos tópicos estudados, etc.), ou mesmo a planejar suas aulas com o suporte da informática. Em algumas escolas, o docente não contará com qualquer tipo de estímulo para a utilização de recursos informáticos (aliás, nem sempre disponíveis), ainda que detenha conhecimentos prévios para tal e caso haja, de sua parte, um interesse especial por isso¹¹. Durante a coleta de dados, percebemos, na rede particular, uma movimentação um pouco mais uniforme com o intuito de inserir a informática no universo escolar, sendo que a iniciativa pela automação da escola parte da direção, fruto, talvez, de um consenso sobre a importância da

¹⁰ Abordagem preliminar realizada em fevereiro de 2004, com a coordenadora do Setor de Informática na Educação da Secretaria Municipal de Belo Horizonte.

¹¹ Na leitura da pesquisa desenvolvida por professores do Uni-BH (GAZIRE et. al., 2003) sobre a presença dos meios tecnológicos no ensino de Matemática em escolas de Belo Horizonte, é possível perceber que, em relação ao *software* educativo de Matemática, por exemplo, a falta de treinamento é um fator que desmotiva muitos dos professores a utilizarem o material.

disseminação de práticas de uso da informática em suas várias utilidades. Nesse sentido, na rede privada de ensino, os projetos em relação à informática tendem a ser convergentes, isto é, a relação entre a prática de cada disciplina e os recursos disponíveis no laboratório de informática para tratamento de conteúdos e informações tendem a ser mais integrados. Para verificar a realização das possibilidades apontadas naqueles levantamentos, visitamos sete escolas — quatro da rede particular e três da rede municipal. Nessas visitas, foram coletadas informações, junto a diretores, professores ou coordenadores de área, a respeito da utilização ou não de *software* no ensino de Matemática. Para relacionarmos as escolas a serem visitadas, baseamo-nos numa classificação das escolas particulares de modo que foram contemplados dois tipos de estabelecimento:

- a) escolas que adotam/compram programas;
- b) escolas que produzem os próprios *softwares*.

Para as escolas públicas, valeu apenas o critério da indicação da escola — por professores, colegas ou pela própria Secretaria de Educação — em função da notoriedade do trabalho com informática na sala de aula.

No diálogo estabelecido com representantes das escolas visitadas, percebemos que o trato com a Matemática no laboratório de informática ainda está longe de ser uma unanimidade como opção deliberada dos professores tanto da rede pública como da particular. No caso da rede pública municipal, por exemplo, conforme pudemos constatar na abordagem exploratória, a automação das escolas está ligada a programas governamentais, especialmente no que se refere à aquisição de equipamentos. Por outro lado, em relação a desdobramentos do trabalho com a informática em cada disciplina, a exemplo do uso ou não de *software* educativo,

não há um direcionamento centralizado por parte da Secretaria Municipal de Educação. Dessa forma, cada escola adquire, com grande autonomia, o *software* que julgar conveniente. A iniciativa pode partir da direção da escola ou do próprio professor, sendo que, nesse caso, seu conhecimento prévio dos programas passa a ter papel decisivo na opção por determinado título. A aquisição é, em geral, feita com recursos próprios da escola por meio de convênios com produtores. Portanto, o início de nossa coleta de dados trouxe à tona a constatação de que ainda não há muita uniformidade nas maneiras de se lidar com a informática, seja para Matemática, seja para outras disciplinas, mesmo que o laboratório se encontre disponível. Tampouco há unanimidade na opção pelo trabalho com a informática nas escolas consultadas.

Cruzando as informações obtidas nas visitas e nos levantamentos consultados, chegamos aos dois títulos mais recorrentes e representativos de sua categoria, — apontados, sobretudo, como possibilidade efetiva de trabalho coerente com Matemática e novas tecnologias — que passaram a integrar definitivamente a amostra.

Com efeito, as informações coletadas nas escolas visitadas apontam dois programas utilizados com regularidade e em torno dos quais há consenso em relação às vantagens do seu uso em sala de aula: Cabri¹² Géomètre II (*software* para a construção de figuras geométricas, ou, como a tradução do próprio nome original, "caderno de rascunho interativo") e SuperLOGO 3.0 (linguagem de programação). Vale ressaltar, que, ainda sim, poucos professores admitem utilizar *software* educativos com frequência. No quadro abaixo, estão assinalados os nomes

¹² A palavra faz a abreviatura da expressão, em francês, *Cahier de brouillon interactif*.

das escolas visitadas e os programas mencionados pelos professores como de uso regular ou eventual em suas atividades pedagógicas.

Escola	Software/uso	Observações pertinentes.	Rede de ensino
Marista D. Silvério	SuperLOGO 3.0 e Cabri Géomètre II em pressupostos de Geometria Euclidiana (5a a 8a séries); Tangram, Virtus [Kid studio 2] (1a à 4a séries).	Kid studio 2: conjunto de aplicativos do pacote de programas Virtus. Esses aplicativos permitem a edição de textos e imagens para a produção de páginas eletrônicas, impressos, animações, etc.	Particular
Sacré Coeur de Marie	Cabri Géomètre II em pressupostos de Geometria Euclidiana; Excel para funções e Matemática Financeira (ambos para 5a à 8a séries).	Prende instalar o SuperLOGO 3.0 em rede.	Particular
Promove	Cabri Géomètre II em pressupostos de Geometria Euclidiana (5a à 8a séries).	Utiliza o SuperLOGO 3.0 em Física. O uso do Cabri Géomètre II foi descontinuado em 2005 por questões operacionais.	Particular
Escola Batista Gestêmani	SuperLOGO 3.0 e Cabri Géomètre em pressupostos de Geometria Euclidiana e funções (5a à 8a séries).	A escola descontinuou o uso do Cabri Géomètre II durante 2005 por problemas operacionais. A escola pertenceu à rede Positivo até o ano de 2004, empregando o material didático (impresso e eletrônico) da rede.	Particular
E.E Hilton Rocha	Não usam <i>software</i> educativo de	O laboratório de informática não está	Pública estadual

	Matemática.	em plena operação, não sendo utilizado pelos professores.	
E.M. Arthur Versiani	Excel para Matemática financeira. Uso assistemático.	Internet como ferramenta de pesquisa.	Pública municipal
E.M. Hilda Rabelo Matta	Batalha naval, Virtus [Kid Studio 2] para 5a à 8a séries. Dominó da multiplicação e Jogo das 16 casas (ambos ed. Ática) para 1a à 4a séries.	Internet como ferramenta de pesquisa (projeto História da Matemática).	Pública municipal
E.M. Caio Líbano	Não usam <i>software</i> educativo de Matemática.	Utilizam internet para pesquisa e o SuperLOGO 3.0 em um projeto de Robótica. O coordenador salienta que o projeto pedagógico da escola não prioriza o uso de <i>software</i> educativo como recurso pedagógico.	Pública municipal

QUADRO 1

2.5 O protocolo de navegação: definição das primeiras categorias -guia, origem das categoriais de análise

Para conseguirmos estruturar as categorias de análise a serem efetivamente utilizadas, tornou-se preciso estabelecer um protocolo de navegação para que pudéssemos obter nosso *corpus* de análise. Esse protocolo é formado por categoriais iniciais, as quais chamamos categorias-guia, geradas no diálogo com a literatura, bem como por sub-itens a elas referidos. A partir de outras as ocorrências interessantes surgidas a partir da navegação do SuperLOGO 3.0 e do Cabri Géomètre II, tendo em vista nossos objetivos de pesquisa, estabelecemos as

categorias finais de observação (categorias de análise), que orientarão a análise descrita no capítulo 3. Por hora, descrevemos as categorias-guia, apresentadas, sugeridas ou discutidas nas referências teóricas das quais falamos no capítulo 1, sendo algumas delas específicas dos hiperdocumentos. Elas apresentam subgrupos, dependendo do tipo de especificidade estrutural ou comunicativa.

- Estatuto do texto e da imagem:

- uso do texto e da imagem em cada publicação, bem como as relações entre ambos, considerando recursos de imagem adicionais como animação, iluminação, etc.

- Dispositivos de abordagem:

- a simulação, a realidade virtual¹³, presença de múltiplos ângulos para visualização;
- a variedade de ferramentas para manipulação e construção de objetos;
- a manipulação de relações entre variáveis com *feedback* visual ou auditivo.

- Dos dispositivos informacionais¹⁴:

- a navegabilidade e se há possibilidades do estabelecimento de percursos originais na exploração do *software*;

¹³ Entende-se simulação como o procedimento baseado em modelos matemáticos que traduzam possíveis reações dentro da situação que se quer reproduzir, sendo que essa reação pode ser mostrada das mais diversas formas, desde com um retorno de valores determinados até com traduções gráficas estáticas ou animadas. Julgamos que o limite da simulação é o potencial do sistema para promover a imersão do indivíduo no ambiente. A partir do momento que essa imersão se intensifica e passa a haver um efeito de imersão sensorial, em que aparatos físicos cuidem de promover o processo, Lévy, 1999:70 diz tratar-se de realidade virtual.

¹⁴ De acordo com Lévy (1999:62), trata da presença ou não de linearidade e da fluidez na hierarquização das informações.

- a atualização de dados correntes de acordo com a situação (fluxos de informação);
 - possibilidades de personalização das atividades (escolhas dos nós de informação ou de controles disponíveis)
- Dos dispositivos comunicacionais¹⁵:
- da existência ou não de possibilidades de comunicação entre usuários em rede (um-todos, um-um ou todos-todos);
 - da possibilidade de construção ou produção coletiva no ambiente do *software* ou das ferramentas extras que o *software* oferece para tal;
- Dos dispositivos de memória/extensão:
- da possibilidade de registro de procedimentos realizados;
 - da possibilidade de retomada das informações no contexto da leitura ou atividade;
 - da possibilidade de entrada de dados;
 - as possibilidades de *links* com páginas na internet;
 - as possibilidades de impressão do que foi produzido.

Estabelecido esse protocolo, passamos à navegação dirigida em cada programa. A partir daí, uma nova organização das categorias acima se impôs em função das questões trazidas pela especificidade de cada um deles. Essa nova organização consistiu basicamente na criação de três novas categorias — **Estímulo a diferentes modalidades perceptivas, Arquitetura da informação,**

¹⁵ De acordo com o mesmo autor, dispositivos comunicacionais são as maneiras como acontecem as relações entre os participantes da comunicação.

Modalidades de experiência —, bem como na pulverização de aspectos relevantes à categoria-guia "Estatuto do texto e da imagem" por entre essas novas categorias.

Esse processo exploração dos programas de acordo protocolo de navegação inicial resultou também na inclusão de novos sub-itens e, sobretudo, na associação simultânea de um sub-item a mais de uma categoria. Isso configura uma relação de mútua implicação entre sub-itens e categorias, bem como a dissolução de fronteiras muito rígidas entre elas, que marcou a análise a ser descrita no próximo capítulo.

O quadro que se segue mostra as categorias de análise resultantes desse processo de modificação, bem como alguns dos sub-itens que farão parte da análise desenvolvida no próximo capítulo. Em função das relações de mútua implicação descritas acima, preferimos, neste momento, listar primeiro os sub-itens, para, em seguida, mostrar a categoria de análise que os abrangem, visando facilitar a visualização das relações de implicação entre categoria e sub-item.

Sub-itens passíveis de ocorrência nos <i>software</i>	CATEGORIA de OBSERVAÇÃO
- Potencialidades da mídia, papel do usuário, possibilidades de experiência oferecida	Modalidades de experiência
- Grau de semelhança com sistemas operacionais já conhecidos - Atributos e possíveis funções do texto na operação do programa	Arquitetura da informação/ Modalidades da experiência/ Dispositivos de abordagem
- Iconicidade dos comandos	Estímulo a diferentes modalidades perceptivas/ Arquitetura da comunicação/ Dispositivos de abordagem
- Tradução verbal dos comandos (no ato da manipulação direta do objeto/execução da tarefa solicitada pelo <i>software</i>) - Tradução verbal do menu (ferramentas disponíveis, procedimentos para a operação do programa)	Modalidades da experiência/ Arquitetura da comunicação

<ul style="list-style-type: none"> - Pré-requisitos para entendimento do menu - Relação das ferramentas disponíveis com procedimentos matemáticos - Estatuto da simulação - Estatuto da realidade virtual - Formas de visualização - Formas de manipulação de um objeto 	Dispositivo de abordagem/ Modalidades da experiência
<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de <i>feedback</i> sonoro 	Estímulo a diferentes modalidades perceptivas/ Arquitetura da comunicação
<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de <i>feedback</i> verbal 	Arquitetura da comunicação/ Dispositivos de abordagem/ Modalidades da experiência
<ul style="list-style-type: none"> - Navegabilidade (possibilidade do estabelecimento de percursos originais), possibilidade de se desfazer uma ação. - Estatuto da imagem (projeção do objeto a ser manipulado/personagem/cenário...) quanto à virtualidade - Possibilidades de personalização das atividades (escolhas dos nós de informação ou de controles disponíveis) 	Dispositivo informacional/ Arquitetura da informação
<ul style="list-style-type: none"> - Da existência ou não de possibilidades de comunicação entre usuários em rede ("um-todos", "um-um" ou "todos-todos") - Da possibilidade de construção ou produção coletiva no ambiente do <i>software</i> ou de que ferramentas extras ele oferece para tal 	Dispositivo comunicacional/ Dispositivos de abordagem
<ul style="list-style-type: none"> - Da possibilidade de registro de procedimentos realizados; da possibilidade de retomada das informações no contexto da leitura ou atividade - Da possibilidade de entrada de dados - As possibilidades de <i>links</i> com páginas na internet - As possibilidades de impressão do que foi produzido 	Dispositivos de memória/extensão
<ul style="list-style-type: none"> - Arquitetura da informação 	Arquitetura da informação

QUADRO 2

No capítulo 3, procuramos estruturar a análise dividindo-a em seções de acordo com as categorias principais, agregando os sub-itens passíveis de discussão, considerando sempre as relações de implicação e pertinência entre um mesmo sub-item e diferentes categorias.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE

Neste capítulo, descreveremos a análise construída a partir das categorias resultantes do protocolo de navegação do SuperLOGO 3.0 e do Cabri Géomètre II¹⁶, programas destacados para análise tendo como critério principal a utilização por escolas (considerando frequência/abrangência), conforme descrito no capítulo 2. Ela foi elaborada tendo em vista as categorias emergidas do protocolo de navegação e que se aplicam às características fundamentais dos dois programas. Nesse percurso, procuraremos observar em que momentos surgem convergências, conflitos, adequações ou inadequações em relação às possibilidades das hipermídias, o que ajudará a revelar o perfil de abordagem dos programas analisados.

As categorias de observação que adotamos funcionam como enquadramentos (no sentido cinematográfico) que se complementam no exame do tipo de ambiente informatizado que o *software* constitui. Esses diferentes enquadramentos formam um conjunto mais ou menos abrangente das possibilidades hipermidiáticas que um *software*, idealizado para uso educacional, terá para estruturar suas abordagens didáticas. Como já tivemos oportunidade de verificar nas discussões anteriores, eles são alimentados por unidades de análise resultantes das contribuições de diferentes campos do conhecimento: da comunicação verbal e visual, da edição de texto e imagens, do inventário de recursos computacionais, da Engenharia de Usabilidade, da análise do potencial

¹⁶ O Cabri Géomètre é um *software* francês. Entretanto, a versão que circula no Brasil, e à qual tivemos acesso para a elaboração deste trabalho, bem como a documentação correspondente, foram traduzidas para o inglês (Cabri Geometry). Optamos, entretanto, a nos referir ao programa utilizando seu nome original.

pedagógico das possibilidades de experiência oferecidas por programas de computador. As categorias de análise a partir das quais desenvolveremos nossa análise são:

Estímulo a diferentes modalidades perceptivas (3.1)

Arquitetura da informação (3.2)

Modalidade da experiência mobilizada (3.3)

Dispositivo informacional (3.4)

Dispositivo comunicacional (3.5)

Dispositivos de memória e extensão (3.6)

Dispositivos de abordagem (3.7)

Acreditamos que, com esse conjunto, passamos a elaborar um mapa dos componentes que estruturam as abordagens feitas pelo *software* educativo de Matemática em um percurso que passa da análise de aspectos mais pontuais (mapeamento das diferentes modalidades perceptivas exploráveis [categoria 3.1]) à articulação de fatores que intervêm nas possibilidades de experiência pedagógica oferecidas por programas de computador. As categoriais de 3.2 a 3.7 contemplam essa articulação.

As **modalidades perceptivas**, segundo Lévy (1999: 64), se referem ao "sentido implicado pela recepção da informação". Um mapeamento dessas modalidades é útil para se percebam os diferentes graus de complexidade das superposições entre tais modalidades, o que pode revelar o tipo de investimento feito no tratamento da informação no *software* e as maneiras menos ou mais produtivas de se promover essa imbricação em um hiperdocumento. Não se espera,

entretanto, que os programas que analisamos introduzam o tratamento de outra modalidade perceptiva que não os sentidos da visão, da audição e do tato (na verdade, apenas desdobramentos da relação tátil entre o usuário e os periféricos e da necessidade de um tipo específico de coordenação motora decorrente das demandas feitas pelo programa ao usuário). O que iremos analisar são as possibilidades de mobilização dessas formas de percepção, de maneira individual ou coordenada, sempre do ponto de vista da intencionalidade da programação.

Com **arquitetura da informação**, referimo-nos à forma pela qual as unidades de informação imagéticas, textuais e sonoras são tratadas pelo *software* em contextos específicos. Como exemplo, citamos a maneira como se usa o texto nos menus: observamos se são formados somente por texto ou pela combinação de texto e ícone. Atentamos também para a objetividade comunicativa, ou seja, se a tradução verbal dos menus acontece de forma direta. Neste tópico, observamos ainda como as imagens são usadas nos ícones (também do ponto de vista da objetividade comunicativa), ou mais abrangentemente, como se dá a organização editorial do *software*, ou seja, a consistência e padronização no agrupamento de comandos e demais itens, e a hierarquização da informação.

Com **modalidades da experiência**, referimo-nos ao tipo de prática dominante que o *software* propõe ao aluno no momento da operação do programa: arrasto e manipulação de figuras (se isso demanda ou não uma coordenação motora específica), utilização de determinados algoritmos, memorização de passos, manipulação de determinado tipo de linguagem.

Para abordar a questão dos **dispositivos informacionais e comunicacionais**, Pierre Lévy (1993, 1999, 2003) analisa a complexa dinâmica de

relações estabelecidas entre a sociedade e as tecnologias por ela desenvolvidas e gerenciadas ao longo do tempo. Nesse percurso teórico, descrevendo a produção e gestão da informação baseadas num paradigma do virtual (1999: 64), trazido pelo desenvolvimento das redes digitais, o autor designa diferentes dimensões da comunicação que tomam parte nesse processamento. Nesse contexto, a *mídia* é encarada como o suporte de informação e de comunicação. A *modalidade perceptiva*, conforme já mencionado, é o sentido (visão, audição, tato) implicado na recepção da informação; a *linguagem* é o tipo de representação (música, imagem fotográfica, símbolo, etc.); a *codificação* é o princípio do sistema de gravação e de transmissão das informações (analógico ou digital). O **dispositivo informacional**, por sua vez, representa as possíveis relações entre os elementos de informação (mensagens com estrutura linear ou em rede, mundos virtuais, fluxos de informação) e o **dispositivo comunicacional** representa os direcionamentos possíveis para as relações entre os participantes da troca de informação. Esses dois últimos aspectos dos processos eletrônicos de armazenamento, gerenciamento e difusão da informação, os dispositivos comunicacional e informacional, serão destacados Lévy como portadores de mudanças originais em relação à oralidade e à escrita tomadas como tecnologias da inteligência precedentes. Com relação ao dispositivo informacional, o autor (1999: 62-63) situa o "mundo virtual" e a "informação em fluxo" como possibilidades exclusivas do ciberespaço. O primeiro, através de um princípio de imersão, fundamental para a sua ocorrência, coloca o usuário ou seu representante em um espaço determinado, em que a mensagem é o próprio espaço; o segundo é a "informação em fluxo", cuja novidade residiria na possibilidade de o usuário acessar, nos mais variados suportes, dados em processo

contínuo de modificação, dispersos e atualizados em diferentes canais, apresentados ao usuário de acordo com as possibilidades de determinado programa de navegação. No que diz respeito ao dispositivo comunicacional, Lévy aponta como elemento original das redes digitais a possibilidade de comunicação "todos-todos". Com a introdução de sistemas cooperativos em redes determinadas ou dispersas pela *world wide web*, não se trata mais da emissão de mensagens para uma gama de usuários "passivos e dispersos" (1999: 63). A relação continua midiaticizada, porém passível de atualizações e de reorganizações em tempo real.

Esses dois dispositivos traduzem uma reflexão mais abrangente dos processos de gestão, armazenamento e difusão da informação, dada a consolidação da informática como tecnologia da inteligência. Eles funcionam também como canais por meio dos quais se torna possível identificar possibilidades operacionais exclusivas do ciberespaço. Nesse sentido, tornam-se categorias úteis na elaboração de uma análise das potencialidades hipermediáticas dos programas, ainda que, no mais das vezes, os programas educativos, considerando seus objetivos e condições de produção, não comportem radicalizações das possibilidades de virtualização oferecidas pelos dispositivos informacionais e comunicacionais dos meios digitais. O exame cuidadoso de como se portam esses dispositivos dentro do *software*, junto ao exame de outras categorias de análise da estruturação de abordagens em suportes hipermediáticos, pode trazer idéias de como refinar a abordagem presente nesses hiperdocumentos rumo a uma apropriação produtiva das potencialidades da hipermídia com objetivos educacionais.

Os **dispositivos de memória e extensão** dizem respeito às possibilidades de ampliação do arsenal de informações que o *software* oferece no momento de sua

operação, seja via entrada, impressão ou envio de dados, seja via possibilidades de conexão com outros programas ou hiperdocumentos.

Com **dispositivos de abordagem**, queremos nos referir à maneira pela qual o *software* irá se utilizar dos recursos computacionais, gráficos e verbais (já identificados e analisados), para cumprir seus objetivos. Aqui podemos identificar que metáforas foram escolhidas para o gerenciamento da informação, se há um tratamento específico dado à Matemática e que tipo de proposta intelectual é feita ao usuário.

Passemos agora, nas seções que se seguem, à análise de cada uma das categorias emergidas de nossa pesquisa de campo, considerando os sub-itens que as constituem.

3.1- Estímulo a diferentes modalidades perceptivas

O protocolo de navegação trouxe, em relação ao estímulo a diferentes modalidades perceptivas — uma de nossas categorias de análise —, os seguintes sub-itens: com o tópico *a*, **estímulos visuais intrínsecos ao ambiente do programa**, queremos destacar os estímulos presentes no ambiente-padrão do programa, bem como componentes principais de sua identidade visual, presentes independentemente das ações do usuário; no tópico *b*, **estímulos visuais a partir da operação do usuário**, analisaremos as possibilidades visuais que passam a ser oferecidas pelo programa a partir da ação do usuário; no item *c*, **estímulos visuais a partir da ação do usuário — outras possibilidades: animação** damos destaque à animação como componente diferenciado dentro do conjunto de estímulos visuais passíveis de serem oferecidos pelos programas, observando como isso acontece em cada um; no tópico *d*, **da necessidade de habilidades motoras**, verificaremos as

demandas de coordenação motora feitas ao usuário por cada um dos programas; e, no item *e recursos sonoros*, faremos considerações sobre a maneira como cada programa mobiliza a audição.

a) estímulos visuais intrínsecos ao ambiente do programa

Articulando texto e imagem, o SuperLOGO 3.0 trabalha basicamente com a visão, e com a possibilidade de inserção de sons via programação. A tela do programa possui identidade visual semelhante à tela de programas do pacote padrão para o sistema *Windows*, a exemplo do *Word*, com uma seqüência de menus de texto desdobráveis na linha superior da tela, seguida, abaixo, pela tela de trabalho.

A tela do SuperLOGO 3.0 [FIG 1] apresenta visual relativamente estável, não havendo a ocorrência de estímulos especiais, principalmente aos olhos do usuário já familiarizado com a interface dos principais sistemas operacionais. Ela abriga a tela de trabalho no centro da qual se encontra a tartaruga (principal unidade visual do programa) [FIG 2] junto a uma estrutura de blocos horizontais retangulares de massa visual¹⁷ (o primeiro, na porção superior da tela, formado pelo cabeçalho do programa; um maior, no centro da tela, formado pela tela de trabalho, e um mais estreito que o anterior, na porção inferior, formado pela "janela de comandos").

¹⁷ Em planejamento gráfico, a massa é uma unidade visual de notável extensão, formada por um único elemento ou por um conjunto que se adense em determinado local da página. (RIBEIRO, 1997: 146)



FIG 1 - Tela do Super LOGO 3.0

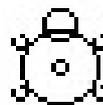


FIG 2 - A tartaruga do Super LOGO 3.0

O esquema visual formado por esses blocos se assemelha às interfaces de programas como o *Excel*, *Word* e outros comumente utilizados, sendo composto pelos seguintes itens:

- uma linha horizontal superior que traz uma tarja cuja cor variará dependendo das configurações de vídeo adotadas pelo usuário do sistema operacional (a padrão do *Windows* é uma traja azul-marinho, podendo variar segundo algumas opções pré-estabelecidas pelo sistema), na qual se inserem um pequeno ícone com a logomarca do programa — a tartaruga — e o nome do *software* [FIG. 3];



FIG 3 - Linha horizontal do cabeçalho do Super LOGO 3.0

- linha horizontal formada pelas palavras-chave do menu principal [FIG 4] (desdobrável a cada item da seqüência horizontal), que aparecem lado a lado;

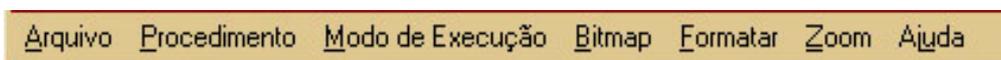


FIG 4 - Linha de menu de texto do Super LOGO 3.0

- tela de trabalho, chamada "janela gráfica" [FIG 5], a princípio branca, com a tartaruga ao centro (pode-se programar a tartaruga para não aparecer);

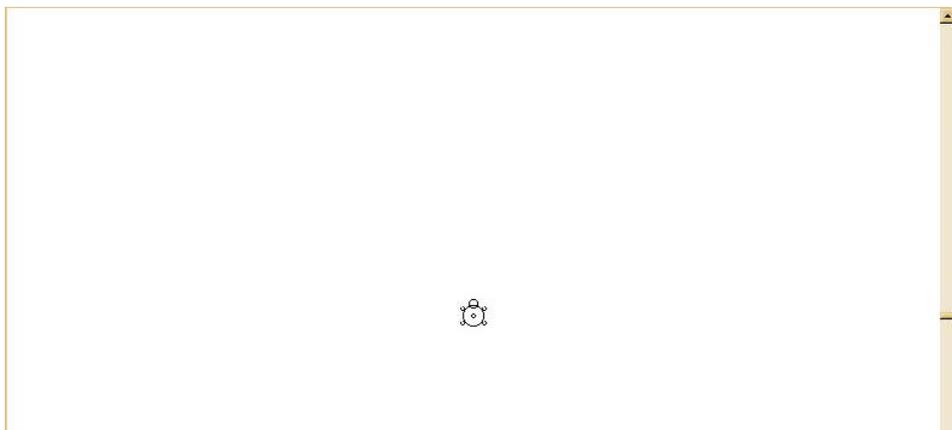


FIG 5 - Tela de trabalho do Super LOGO 3.0

- "janela de comandos" [FIG 6], que aparece sobreposta à "janela gráfica", na porção inferior da tela; a princípio aparece menor, mas é passível de maximização (neste caso, ela passa a encobrir a "janela gráfica"), mostrando um box para a entrada do texto da programação e alguns botões (sem ícone, identificados pelo nome do comando) que iniciam procedimentos de auxílio à programação ("Restaurar janela gráfica", "Restaurar janela comandos", "Tat", "Estado", "Pausa", "Parar").

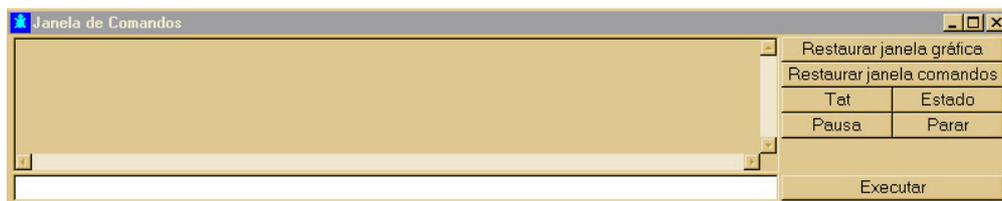
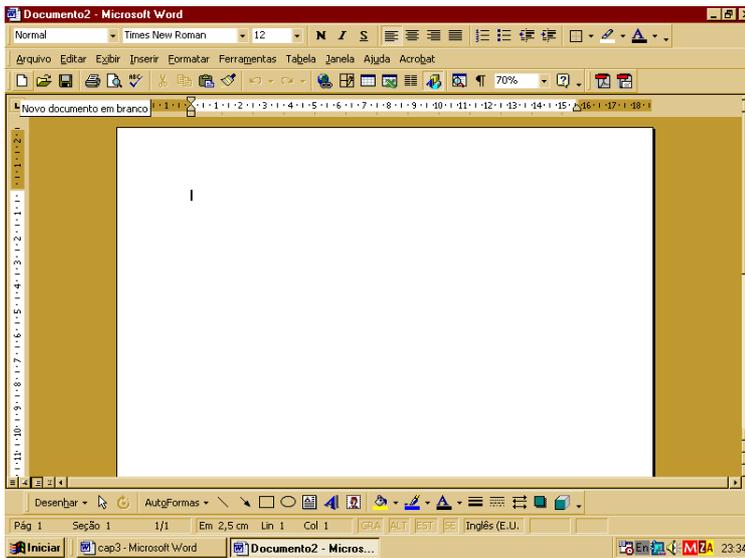


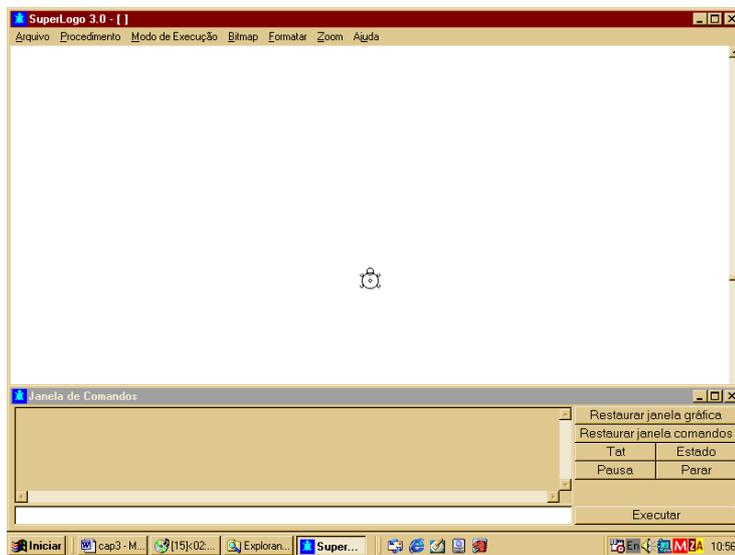
FIG 6 - Janela de comandos do Super LOGO 3.0

Examinando a tela em detalhe, verifica-se que não há estímulos novos ou diferenciados, gerados por imagens típicas do programa, uma vez que a interface do programa não é icônica. Este é o único grande fator de diferenciação entre a tela deste programa e as telas de outros programas padrão do *Windows*. Além disso, na distribuição de massas na tela, verifica-se uma pequena diferença em função da ausência de ícones e da sobreposição da "janela de comandos" à janela principal. Ainda sim, pode-se perceber uma relativa semelhança visual entre a tela do SuperLOGO 3.0 e as telas dos sistemas operacionais atuais.



Esquema de distribuição de massa
na tela do *Word*

Tela do *Mircosoft Word*



Esquema de distribuição de massa
na tela do SuperLOGO 3.0

Tela do SuperLOGO 3.0

FIG 7 - Distribuição de massas Super LOGO 3.0 x *Word*

Assim, enquanto não se inicia a operação do programa, o cenário visual torna-se relativamente estável em relação a um padrão de interface já mais ou menos recorrente, o que torna a própria interface do programa um signo reconhecível pela familiaridade do usuário com essa disposição na tela. No SuperLOGO 3.0, os estímulos visuais só apresentarão novidades a partir do início da operação do programa. Tomando, de início, o visual da tela antes da ação do usuário, a principal diferença na interface do SuperLOGO 3.0 em relação ao padrão de interface dominante é a falta de ícones, de traduções imagéticas para os comandos, a qual, visualmente, tem impacto tanto em termos de detalhe (a falta dos ícones em si, dos botões a serem explorados), quanto em termos gerais (deixa de haver um adensamento da barra horizontal superior, muito comum no *setup* padrão dos programas mais conhecidos). É preciso ainda considerar as implicações da inexistência de ícones para a comunicação do *software* com o usuário, o que trataremos nos itens 3.2, 3.3 e 3.7 deste capítulo.

As relações dinâmicas desenvolvidas entre texto e imagem na interface de um programa de computador nos parecem uma tendência consonante com a vocação típica do suporte hipermidiático, para fazer da página eletrônica um espaço de interações dinâmicas entre texto, imagem e demais elementos gráficos. Essa alternância permite que o ambiente visual hipermidiático seja um espaço moldável, aberto a rearranjos. As novas possibilidades de exercício de uma retórica visual que vêm se constituindo ao longo das histórias da escrita e eletrônica são marcadas pela possibilidade de novos intercâmbios entre caracteres e imagens na composição da página. Sobre isso, Bolter (1991 [2003: 690]) ressalta:

O puro espaço para a escrita verbal, o ideal da tecnologia da imprensa, agora penetra e é penetrado pelo espaço pictórico da imagem e pelo espaço numérico do gráfico.

(...) a imprensa está antecipando a nova retórica visual da escrita eletrônica, na qual palavras, imagens e elementos numerados facilmente ocupam um único espaço. Numa tela de computador mapeada por *bits*, cada *pixel* é um elemento em um gráfico bidimensional de coordenadas cartesianas: letras do alfabeto são, elas mesmas, linhas e curvas gráficas. Todo o espaço virtual da tela é numerado por suas coordenadas *x* e *y*.¹⁸

Assim, podemos dizer que o ambiente padrão do SuperLOGO 3.0 abre mão de retóricas visuais que poderiam servir para caracterizá-lo ou para oferecer novas possibilidades de leitura ao usuário na execução de tarefas operacionais, que não as principais, a serem realizadas com a tartaruga. Ao contrário, somente a partir do trabalho de programação, é que novas demandas de leitura visual passam a ocorrer.

Em relação ao estímulo à visão estabelecido no Cabri Géomètre II, como ocorre no SuperLOGO 3.0, a tela apresenta estabilidade visual em função da estrutura marcada pela mesma alternância de elementos presentes nas telas de programas típicos dos principais sistemas operacionais em uso atualmente. Nesse caso, porém, há a presença de ícones, nos mesmos moldes de programas como o *Word*, o *Excel* ou o *Power point*: ícones pequenos, inseridos em botões quadrados e localizados abaixo da linha horizontal de palavras-chave do menu principal.



FIG 8 - Cabeçalho, seqüência de menu de texto e ícones do Cabri Géomètre II

¹⁸ No original: *The pure verbal writing space, the implicit ideal of print technology, now penetrates or is penetrated by the pictorial space of the image and the numerical space of the graph. (...)print is anticipating the new visual rethoric of eletronic writing, in wich words, images, and numbered elements easily occupy a single space. On a bit-mapped computer screen, every pixel is an element in a two-dimensional Cartesian graph: letters of the alphabet are themselves graphic lines and curves. The whole visual space of the screen is numbered by its *x* and *y* coordinate position. (...)*

A tela de trabalho, sempre branca, segue abaixo. Se o usuário optar por visualizar determinados atributos das figuras a serem trabalhadas, uma pequena seqüência vertical de ícones aparece no canto superior esquerdo da tela. [FIGS 9 e 10]

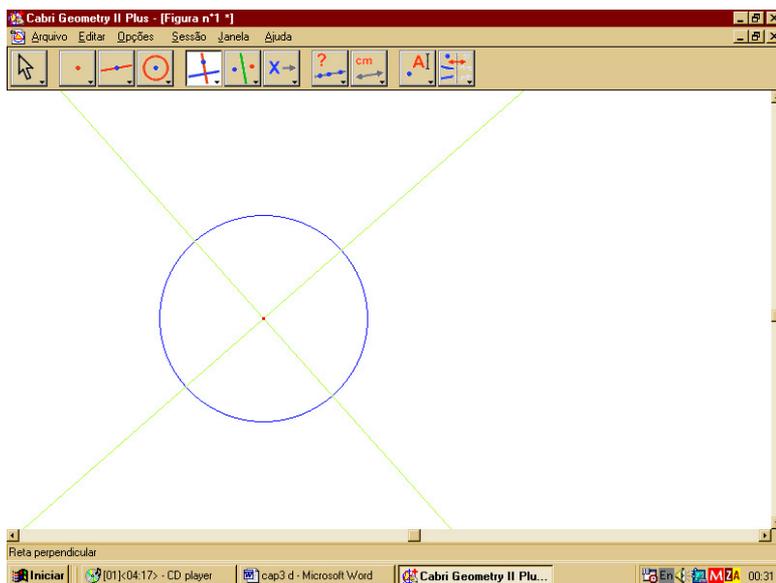


FIG 9 - A tela do Cabri Géomètre II



FIG 10 - Seqüência de opções de ferramentas de atributo do Cabri Géomètre II

Caso o usuário prefira que o programa mostre a descrição de procedimentos tomados no processo de desenho, uma janela com um box de texto que exhibe a descrição aparece no canto direito da tela. [FIG 11]

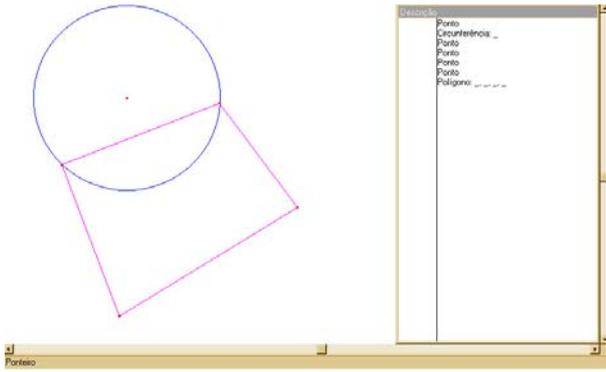
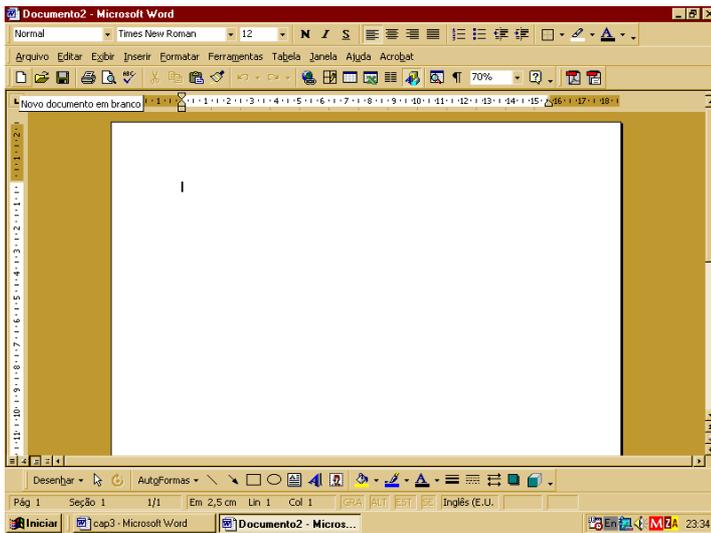


FIG 11 - A janela de "descrição" do Cabri Géomètre II

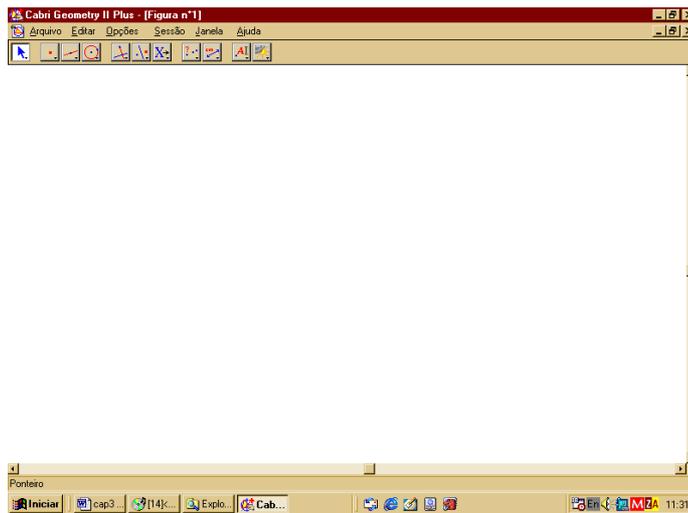
Em virtude da presença de ícones, a estrutura da tela principal do Cabri é ainda muito semelhante às dos sistemas operacionais de uso freqüente, conforme podemos notar no quadro da página seguinte.



Tela do Microsoft Word



Esquema de distribuição de massa na tela do Microsoft Word



Tela do Cabri Géomètre II



Esquema de distribuição de massa na tela do Cabri Géomètre II

FIG 12 - Distribuição de massas Cabri Géomètre II x Word

Essa análise preliminar do ambiente visual do SuperLOGO 3.0 e do Cabri Géomètre II aponta uma relativa ausência de estímulos visuais particulares ou específicos de cada programa. Essa ausência se evidencia em duas características marcantes:

- semelhança de suas telas de trabalho com as telas dos programas mais utilizados atualmente. As poucas diferenças se dão em função da ausência (SuperLOGO 3.0) ou de uma gama menor (Cabri Géomètre II) de ícones e da presença da "janela de comandos" (SuperLOGO 3.0), que adensa a parte inferior da tela.

- estabilidade visual do ambiente, cujo ritmo é definido pela sucessão horizontal das barras, havendo pouca mobilidade das massas de informação visual. Além disso, a posição do agrupamento horizontal de itens de menu e a linha de ícones na porção superior da tela não são alteráveis, fixando a tela de trabalho no centro da tela, o que a prende ao esquema de distribuição de massas que ilustramos anteriormente. Portanto, a composição visual nas telas dos dois programas é extremamente formal, sendo demarcada por uma relação pouco variável entre elementos de composição (ritmo, distribuição das massas), que passam a ter que convergir para realçar o ponto central, a tela de trabalho. Em função disso, numa análise das possibilidades de estímulo visual das telas dos programas analisados, vimos que, somente após iniciado o trabalho do usuário, estímulos visuais específicos da abordagem de cada programa serão gerados, estímulos que modifiquem as relações de ritmo e equilíbrio a princípio bastante pouco mutáveis na tela inicial de cada programa. Esse imobilismo e a adoção de uma configuração padrão pouco alterável ou personalizável sugerem uma certa austeridade na

concepção da interface dos programas analisados, o que denuncia a pouca preocupação em seduzir o usuário.

b) estímulos visuais a partir da operação do usuário

O ambiente padrão do SuperLOGO 3.0, como vimos acima, é visualmente um tanto monótono tendo em vista as possibilidades de uma mídia que favorece a construção de interfaces mais dinâmicas e moldáveis. As únicas alternativas de reconfiguração visual do ambiente padrão do SuperLOGO 3.0 são:

- alteração da cor de fundo da tela de trabalho;
- alteração das fontes para a descrição dos comandos na janela de programação;
- alteração das fontes para escrita na janela gráfica;
- alteração da espessura do rastro deixado pela tartaruga;
- alteração do nível de *zoom* em que a tela de trabalho e a tartaruga podem ser visualizadas.

Todas essas alterações exigem a ativação de um comando próprio pelo usuário, em que os estímulos visuais serão gerados graças ao resultado da programação por ele realizada e dos efeitos gerados a partir daí. Nesse sentido, o *software* explora uma das constituintes da hipermídia, que é essa abertura à contingência, configurada pelos efeitos da ação do operador, o que, com certeza, provoca uma expansão do leque de possibilidades visuais.

No Cabri Géomètre II, as possibilidades de reconfiguração do ambiente pelo usuário são:

- troca da fonte da lista desdobrável de nomes de comandos (que pende a partir da ativação de cada ícone da barra horizontal [não há alteração das fontes do menu principal]);

- troca da fonte do *feedback* verbal, que são mensagens que aparecem na tela de trabalho em resposta à manipulação do objeto pelo usuário;

- troca da cor e da espessura do contorno de exibição dos objetos reconfiguráveis posteriormente, com o comando "cor". Vale ressaltar que o sistema permite a configuração diferenciada para os atributos de exibição de polígonos, objetos retilíneos, vetores, circunferências e cônicas (cores, formas de traçado, etc.).

Portanto, a tela do Cabri Géomètre II também se tornará visualmente mais estimulante a partir do trabalho realizado pelo usuário. Mas uma outra possibilidade visual, já mais própria do Cabri, e que aparece na medida em que o usuário trabalha, é o *feedback* visual oferecido pelo cursor quando o usuário for interferir com o *mouse* no objeto em que estiver trabalhando.

Dependendo da ação a ser realizada, o cursor assumirá determinada aparência, numa relação analógica com o procedimento que pretende representar, e numa relação dialógica com o usuário a fim de retomar para ele a ação que está por acontecer e o possível efeito que ela terá no objeto a partir do momento em que esse usuário clique com o *mouse* sobre ele [FIG 13].

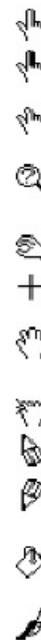


FIG 13 - Formas adotadas pelo cursor do Cabri Géomètre II

Este é um exemplo de estímulo visual dinâmico por modificar, ainda que ligeiramente, o espaço, interferindo na tela conforme o tipo de ação empreendida. É também um estímulo interativo por estabelecer com o usuário uma relação de reorganização do fluxo informacional em curso até aquele momento (LÉVY, 1999: 83). Assim, o cursor interpela o usuário, abrindo, com a informação que daí resulta, possibilidades para um novo encaminhamento da ação que estava sendo empreendida por ele

Dessa análise, constatamos que é o resultado do trabalho do usuário, tanto no SuperLOGO 3.0 quanto no Cabri Géomètre II, que diversifica a seqüência de estímulos visuais desses programas. Essa diversificação é, pois, efeito e fator das mobilizações cognitivas solicitadas pela atividade em andamento: a trajetória da tartaruga numa tela de cor configurada pelo usuário no SuperLOGO 3.0, ou o

resultado visual da manipulação de determinada figura, ou da interação entre imagem e texto resultante do *feedback* verbal no Cabri Géomètre II. Assim, essa diversificação torna-se um espaço da experiência da efemeridade que é própria da hipermídia.

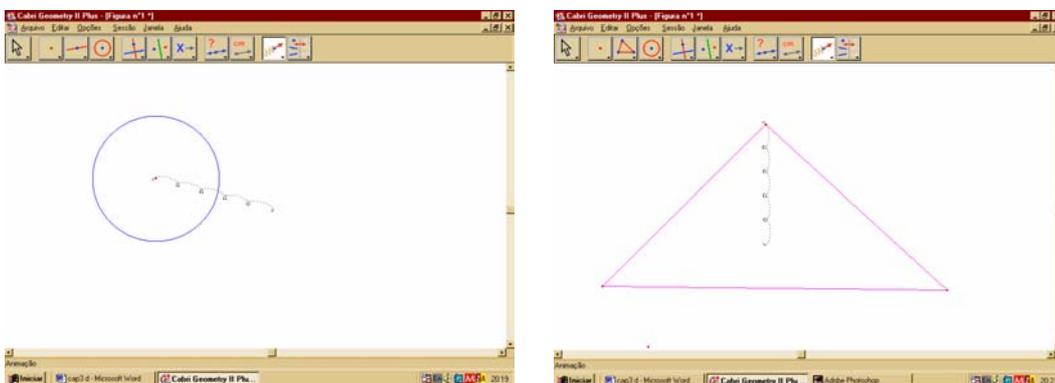
Vale ressaltar, portanto, que os estímulos visuais possíveis à hipermídia são muito mais da ordem da efemeridade do que da memória (a imagem pintada, desenhada, esculpida pelo artista) (BRET: 1997: 104). Estímulos que acontecem com a interação com o *mouse* ou o teclado, por exemplo, são efêmeros, gerados para darem lugar a outros a partir da próxima ação do usuário. No universo das hipermídias, o próprio estatuto das imagens remete ao **processo** e não à **efetividade**. Essas imagens, para se manterem visíveis, têm de se renovar no processo de varredura ou de atualização eletrônica da tela, ainda que possam se tornar potencialmente inalteráveis a partir do momento em que são armazenadas na memória do computador. A imagem hipermidiática se desenvolve numa duração (BRET, 1997: 105). Por outro lado, é a existência virtual que possibilita, do ponto de vista operacional, a realização da diversificação, uma vez que agiliza experimentos, simplifica o descarte e otimiza o armazenamento de informações.

c) estímulos visuais a partir da ação do usuário - outras possibilidades: animação

Tanto o SuperLOGO 3.0 quanto o Cabri Géomètre II oferecem a possibilidade de elaboração de seqüências de animação. Isso configura uma atividade específica, que terá suas implicações nas modalidades da experiência oferecidas ao usuário. Entretanto, no tópico que discutimos neste momento, ela será

tratada como tipo específico de estímulo visual que pode passar a integrar cada ambiente.

No caso do Cabri, a opção encontra-se disponível na caixa de ferramentas "Mostrar"¹⁹, assim nomeada segundo o manual do programa (*Cabri Geometry II*; guia de utilização para Windows. Texas Instruments Incorporated, 1997-1999). A definição para a ferramenta "Animação" encontrada no mesmo manual (p.113) é a seguinte: mover "um objeto independente segundo uma trajetória especificada". Para escolher a ferramenta "Animação", o usuário clica sobre a palavra na caixa de ferramentas. Em seguida, ele deve clicar com o cursor sobre a figura ou em algum elemento a ela relacionado. A partir daí, a direção, o sentido e a amplitude da animação desencadeada dependerão do elemento da figura (centro, vértice, contorno) e da própria figura sobre os quais se clicou.



FIGs 14 e 15 - Objeto a ser animado pelo centro e Objeto a ser animado pelo vértice

Desse modo, animar o centro de uma circunferência e de um quadrado traz efeitos diferentes²⁰, por exemplo; da mesma forma, os resultados da animação de

¹⁹ Essa caixa abriga as ferramentas "Etiqueta", "Texto", "Número", "Expressão", "Marca de ângulo", "Fixo/livre", "Rastro On/Off", "Animação", "Múltipla animação".

²⁰ Ao aplicar efeitos de animação em uma circunferência, o usuário obterá os seguintes efeitos: em primeiro lugar, por meio de mensagens de texto, o programa pergunta ao usuário que elemento ele deseja animar - o centro ["este ponto"] ou a linha ["esta circunferência"]. Optando por animar o centro, ao puxar a mola, o usuário obterá o deslocamento do polígono na trajetória definida pela direção da mola e na velocidade definida pela elasticidade imposta a ela (maior elasticidade = maior velocidade). Caso opte por animar a linha de contorno, o usuário obterá o encolhimento/dilatação do

polígonos regulares diferem dos de outros polígonos. Poderá também influir nos resultados na animação a ferramenta visível na caixa de ferramentas "Ponteiro". Se o primeiro ícone ("ponteiro"), responsável pela seleção de objetos, não estiver aparente, a animação executará o procedimento que estiver expresso na caixa: girar, ampliar/reduzir, girar e ampliar. Nesses casos, a animação não poderá ser feita pelo centro. Ao clicar de volta na tela de trabalho, o movimento iniciado é interrompido.

Caso escolha a ferramenta "Múltipla animação", no Cabri, o usuário passa a poder movimentar mais de um objeto ao mesmo tempo. Valem para essa função as mesmas considerações feitas para a ferramenta "Animação". Nesse caso, a animação dá oportunidade para a observação de determinada relação entre os objetos. Deve-se observar, ainda, que ambas as modalidades de animação, no Cabri, existem para ser contempladas, sendo que, via de regra, a partir do momento em estiver em movimento, o objeto deixa de ser manipulável até o final da animação. Uma exceção se faz quando o usuário aperta as teclas de atalho *ctrl* - ou *ctrl* + durante a animação: o efeito gerado é o de alteração da velocidade de animação, bem como a separação do objeto de seu centro.

O programa não explicita a lógica (ou o que deve ser feito para a obtenção de certos efeitos) que rege e define os resultados do processo de animação, assim como não permite a entrada de parâmetros externos para a definição das

objeto, que permanece na mesma posição, sendo que a velocidade e a amplitude da dilatação dependerão da elasticidade imposta à mola (menor elasticidade, menor velocidade e maior amplitude de dilatação; maior elasticidade, maior velocidade e menor amplitude de dilatação). Já no caso do quadrado, ao animar a linha de contorno, o usuário obterá o deslocamento da figura segundo trajetória e velocidade definidas pela direção e elasticidade da mola, respectivamente; caso anime o centro, o usuário passa a obter um efeito triplo, que associa o deslocamento na direção definida pela mola ao giro e à dilatação/encolhimento da figura. Quando animados pelo vértice, os polígonos regulares apresentam a associação do giro à dilatação/encolhimento, sem mudança de posição.

características da animação a ser desencadeada (inclusão de parâmetros de velocidade e deslocamento, por exemplo). O usuário terá acesso a essa lógica por meio da sucessão de experimentações. Assim, as sucessivas simulações de diferentes efeitos, na figura, da maneira como o usuário seleciona com cursor o elemento a ser animado e promove o arrasto da mola não só definirão os efeitos da animação, como também mostrarão a lógica adotada pelo programa para permiti-la. No início do processo, o único retorno dado ao usuário é o fato de surgir uma representação de mola junto ao cursor, indicando que haverá movimento se a figura for manipulada. Nesse aspecto, pode-se considerar que a impossibilidade de se definir parâmetros externos ou a ausência de uma lógica/instrução previamente explicitada sejam um limitador nas possibilidades interativas do Cabri Géomètre II. Entretanto, há de se ter em conta quão ágil e intuitivo é o processo de animação por meio da manipulação direta do objeto com o cursor, o qual permite que o usuário, caso chegue a se ressentir de uma explicitação prévia das regras que regem o processo de animação, possa chegar a ela após sucessivas tentativas e simulações. Justamente nesse aspecto pode-se perceber que o Cabri Géomètre II se apropria das possibilidades da hipermídia de maneira a utilizar essas possibilidades a favor do recurso didático que deseja oferecer (permitir a percepção de determinadas relações entre elementos geométricos e suas conseqüências matemáticas). Vale ressaltar que o programa possibilita a percepção dessas relações não somente de forma visual, mas, igualmente, de forma numérica, já que, os dados de medida, equação, coordenadas e área do objeto podem ser observáveis e mutáveis em tempo real ao longo da animação. Essa possibilidade de cruzamento entre diferentes formas de percepção do mesmo evento é mais um fator a agregar interatividade à proposta de

animação feita pelo Cabri Géomètre II, com o oferecimento de mais de uma forma de percepção do mesmo evento. A maneira como se dá essa apropriação dos recursos hipermidiáticos se faz de forma diversa da estratégia adotada pelo SuperLOGO 3.0, que define mais claramente as regras iniciais para animação de um ou mais elementos, quais sejam, sintetizar adequadamente os procedimentos em linguagem de programação. Se, no SuperLOGO 3.0, porém, o processo se faz mais interativo em função da liberdade em se definir os parâmetros e de se planejar e executar composições mais elaboradas de movimentos em sucessão, ele acaba por exigir do usuário clareza da antecipação mental do procedimento a ser tomado, tornando-se o processo de sucessivas tentativas menos ágil do que o que se tem como uma ferramenta de manipulação direta, como acontece no Cabri Géomètre II.

d) da necessidade de habilidades motoras

Não podemos julgar que os programas analisados apresentem estímulos diretos ao tato. Além disso, nenhum dos programas analisados dispõe da tecnologia das telas sensíveis ao toque, como alguns caixas eletrônicos, por exemplo, que dispensam o *mouse* como mediador. O que há é o estímulo decorrente da interação do usuário com os dispositivos-padrão de entrada de dados e comunicação com a máquina (o teclado e o *mouse*). Entretanto, faz-se necessária, para a manipulação do Cabri, uma habilidade manual para deslocamento e deformação das figuras com o uso do *mouse*, o arrasto, que vai além da exigida do usuário na operação de programas que não envolvam a manipulação de imagens, tais como os editores de texto. É interessante ressaltar que, se essa é uma característica da interação com a máquina típica desses tipos de programas (como o *Corel Draw* e o *Adobe Illustrator*), ela vem sendo refinada com a introdução de novos instrumentos que

visam facilitar o domínio do usuário na manipulação das imagens, tais como as mesas digitalizadoras²¹. Já no caso do SuperLOGO 3.0, a principal porta de comunicação com o computador é o teclado, não havendo exploração de outra modalidade perceptiva que não a visão e a audição. Uma ampliação das possibilidades do LOGO em termos de modalidades perceptivas aconteceria apenas se o dispositivo de saída ou de exibição dos resultados da programação fosse não a tela do computador, mas a tartaruga-de-solo, ou outra construção ligada ao computador, passível de executar procedimentos determinados via programação, tal como o uso do programa em robótica.

e) estímulos sonoros

A modalidade perceptiva da audição não é solicitada de maneira especial no Cabri Géomètre II. Os efeitos sonoros são aqueles gerados pela configuração do sistema operacional. No caso do SuperLOGO 3.0, não há exploração de recursos sonoros na execução do *software*. O que há é a possibilidade de introdução de arquivos sonoros na programação elaborada pelo usuário, o que pode resultar num trabalho que integre visão e audição.

Ao final da análise desta primeira categoria — a ativação ou estímulo a diferentes modalidades perceptivas —, cumpre destacar que a manipulação dessas modalidades perceptivas varia muito de *software* presos a uma estrutura narrativa, como *games* ou CD-ROM educativos (programas produzidos pelas grandes redes de ensino e distribuídos junto ao material didático, programas educativos como *Os*

²¹ Superfície sensível, ligada ao computador, onde se desenha ou escreve com um dispositivo semelhante a uma caneta, cujos sinais gerados são traduzidos pelo computador como traços manuais.

*caça-pistas*²², *Coelho Sabido*, *ArtRageous*, *Supermercado*, etc.) para os *software* abertos, como o Cabri Géomètre II e o SuperLOGO 3.0. Os programas baseados em narrativa costumam possuir cenários visualmente mais elaborados, resultando em interfaces visualmente mais personalizadas, compostas por elementos que remetem ao tema da narrativa, que não estejam presas a esquemas de composição de tela como as que descrevemos neste capítulo. No caso desses programas, toda a ambientação (incluindo menus, controles e itens de configuração) é definida visualmente de acordo com o tema trabalhado. Entretanto, isso não garante uma interface mais interativa, uma vez que nem sempre o acúmulo de determinados estímulos visuais e a convergência da ambientação a determinado tema decorrem do oferecimento ao usuário de possibilidades de reorganização dos fluxos de informação que ali se desenrolam. Dessa forma, como acontece freqüentemente nesse tipo de programa, apesar de haver uma imbricação planejada entre modalidades perceptivas (maior detalhamento de *feedback* sonoros, recursos visuais extras como vídeos e animação, etc.) e que pode resultar numa estrutura rica em estímulos, tal estrutura revela-se pouco moldável por parte do usuário. Com efeito, poderá haver a mudança no cenário em função da execução de determinados procedimentos já determinados pelo *software*, a exemplo da modificação no cenário de um game decorrente numa certa jogada, sendo justamente este o fator de interatividade desse tipo de programa.

A busca constante de uma imbricação visualmente satisfatória entre texto (números, caracteres) e imagem é bastante antiga, conforme atesta a história do *design* gráfico. As hipermídias introduzem um incremento sem precedentes na

²² Este e os dois seguintes produzidos pela Divertire e, o último, pela Positivo Informática.

possibilidade de manipulação dinâmica de texto e imagem na obtenção de determinado efeito "gráfico"²³ a partir do momento em que os caracteres e as imagens se tornaram diferentes efeitos da tradução de um mesmo gênero de código binário (BOLTER, 1991 [2003]: 689). A maneira como caracteres e imagens se integram na tela por intervenção do programador ou do usuário e a efemeridade potencialmente fixável dessa composição é que marca o diferencial dessa relação nas hipermídias. A análise da maneira como o SuperLOGO 3.0 e o Cabri Géomètre II, *software* sem roteiro pré-estabelecido, mobilizam as diferentes modalidades perceptivas, mostrou que:

- em relação ao projeto visual dos programas, não há investimento na particularização das interfaces. A ambos os programas seguem estrutura semelhante aos *software* dos principais sistemas operacionais correntes.

- a maior parte dos estímulos visuais acontecem a partir da operação do usuário. Nesse aspecto, no SuperLOGO 3.0, a tartaruga em movimento e o resultado de sua trajetória irão configurar os principais estímulos visuais a serem propiciados pela operação do *software*. No Cabri Géomètre II, é a própria manipulação das figuras que configura a gama de estímulos visuais com os quais o usuário irá interagir. Em ambos os casos, observamos que os estímulos visuais decorrentes da ação do próprio usuário orientam-no na exploração daquele ambiente (*feedback* visual ou verbal resultante da interação com o usuário). Dessa maneira, instaura-se um modo de diálogo autor-leitor, programa-usuário próprio do ambiente hipermidiático.

²³ É curioso como é ainda é difícil se falar em qualidade estética em suporte hipermidiático sem recorrer à palavra "gráfico", mais afeita ao universo da impressão. Muitos *websedigners*, por exemplo, definem seu trabalho como "design gráfico para web".

3.2- Arquitetura da informação

O ambiente do *software* é o resultado do entrelaçamento de unidades de informação imagéticas, verbais e sonoras. Esse entrelaçamento determina sua multifacetada estrutura, como veículo ou como mensagem que se desenrola em suporte informático de caráter hipertextual. Para compreendermos o resultado desse entrelaçamento, é preciso observar a maneira pela qual cada uma dessas unidades é tratada.

Neste tópico de análise, observamos o tratamento geral dado a algumas unidades de informação que sobressaem no *software*. Identificamos e destacamos essas unidades de informação por sua importância na definição do tipo de comunicação proposta ao usuário, o que abrange aspectos globais como *design*, interatividade, legibilidade, hierarquização de informações (edição). O olhar que lançamos a essas unidades de informação resulta da convergência de enfoques vindos do campo da Comunicação e da Engenharia de Usabilidade.

Eis as unidades de informação destacadas:

- a) Iconicidade dos comandos;**
- b) Tradução verbal de comandos e/ou menus;**
- c) Tradução verbal de mensagens de erro, ajuda ou *feedback* em geral;**
- d) Presença de *feedback* sonoro;**
- e) Atributos e formas da navegação;**
- f) Hierarquização da informação (possibilidades de flexibilização da arquitetura da informação; diferentes formas de visualização oferecidas pelo *software*).**

a) Iconicidade dos comandos

Para analisarmos a iconicidade dos comandos, mais do que notar a presença ou não de ícones e suas implicações para a composição visual do ambiente de trabalho criado pelo *software*, procuramos verificar os atributos comunicativos desses ícones, a relação (e suas implicações) das imagens que os constituem com o comando ou ferramenta ao qual se referem e qual o grau de integração entre esse conjunto de imagens e a identidade visual do programa.

Antes de começarmos, é importante resgatar o histórico do uso de ícones na recuperação de funções ou informações nos ambientes informáticos. Negroponte, (1995:98), pesquisador participante de muitas iniciativas de pesquisa no início do processo de popularização dos computadores a partir da década de 70, destaca uma demanda principal que tornou o uso de ícones um consenso no universo de *design* e engenharia de sistemas para computador: a necessidade de uma metodologia eficiente de organização da informação que permitisse ao usuário o rápido e garantido acesso às informações por ele anteriormente armazenadas. Negroponte e outros pesquisadores empregaram a metáfora da mesa de trabalho e da estante de livros no desenvolvimento do *spacial data management system*, um modelo para o gerenciamento de dados baseado em coordenadas espaciais, que precedeu o desenvolvimento dos computadores pessoais. Para justificar esse sistema, o citado pesquisador destaca o fato de se possibilitar ao usuário entender e gerenciar melhor suas redes de arquivos, já que conta com lugares específicos para armazenar esses dados, isto é, diferentes pontos da memória do computador (a "escrivanhinha"), metaforicamente tratados como pastas, gavetas, estantes. Trata-se

da visualização espacial ajudando a memória: cada tipo de informação tem seu "lugar" no ambiente. O usuário visualiza onde armazenou suas informações, o que facilita seu regresso ao lugar certo quando precisar retomá-las. Eis a origem do recurso aos ícones: cada "item" da mesa de trabalho recupera um tipo específico de dado. Mencionando o trabalho pioneiro que era desenvolvido no laboratório Palo Alto Research Center, ligado à Xerox, Lévy (1993), por sua vez, também se refere ao evento da ascensão das interfaces icônicas ao narrar as premissas para o estabelecimento da interação homem-máquina. Essas pesquisas destinavam-se justamente ao desenvolvimento de uma interface que simulasse o ambiente do escritório.

Nesse contexto, gostaríamos de destacar um debate que emerge do campo do *design* e que pode nortear a discussão que pretendemos travar a respeito da iconicidade de comandos e ferramentas do Cabri Géomètre II e do Super LOGO 3.0. Essa discussão refere-se à natureza principal da atividade do *design* que, segundo Cauduro (2003: 238), não é estética, mas retórica, ou seja, portadora de um compromisso permanente de diálogo com o espectador ou leitor — diálogo que viabilize a funcionalidade do programa por meio de uma mediação visual eficiente. E, na criação desse ambiente de mediações visuais, algumas estratégias se consolidaram. Segundo Levacov (2003: 256), a evolução de uma interface de comandos textuais para uma interface icônica (objetos análogos aos do mundo real) acontece sempre em meio à mediação de metáforas familiares. De acordo com a autora, essas metáforas "visam dar poder aos usuários, de modo a garantir-lhes o controle das operações a serem realizadas". A escolha das metáforas presentes na conceituação de um *software* representa, portanto, uma decisão fundamental de

design, que influencia, de maneira definitiva, o tipo de diálogo passível de ser construído entre o leitor e a mensagem.

Outra questão que embasa historicamente essa discussão diria respeito ao recente e crescente ganho de identidade da página virtual, que começou muito presa ao modelo da página impressa. Com o passar do tempo, essa página virtual vai adquirindo características mais afeitas a seu suporte, e é nesse contexto que os itens de informação se tornarão mais imagéticos, na busca de uma síntese visual que torna mais rápido e fácil o acesso a diferentes nós da estrutura hipertextual que costuma compor as páginas virtuais:

O uso do suporte digital cria novos espaços de informação que reproduzem inicialmente o referencial anterior - o modelo da página impressa, da mesma forma como Gutenberg reproduziu ligaduras, abreviações, fontes e *layouts* característicos do *codex* nos documentos que imprimiu.

De modo semelhante, o espaço da tela começa aos poucos a ganhar identidade e criar uma linguagem adaptada à pouca legibilidade do estado da arte atual de monitores de vídeo, substituindo textos por imagens icônicas, sempre que possível. O que era chamado de texto ganha, inclusive, outras características, em que elementos novos, como o cursor, são ferramentas para uma inédita interatividade. (LEVACOV, 2003: 262)

Como em toda comunicação icônica²⁴, que demanda grande grau de síntese no cumprimento de seus objetivos, ocorre aqui a necessidade do estabelecimento de correlações eficientes na escolha dos elementos que representarão determinada função ou grupo de dados. Dentro de um *software*, isso acontece nos mais diferentes níveis: num nível mais geral e panorâmico, existem analogias presentes na definição do conceito principal do produto (se ele terá ou não como base um

²⁴ Pinto, 1995: 24, em diálogo com a semiótica de Charles Sanders Peirce, define ícone como signo que mantenha com o objeto uma "relação analógica, que não envolva uma comparação de dois termos(...)". O ícone compartilha de alguma propriedade ou traço do objeto, existindo, em sua identidade, "uma relação de analogia, qualquer que seja ela, fazendo de qualquer imagem (visual, auditiva, olfativa), um ícone em potencial que depende, para sua atualização, da interferência do sujeito".

ambiente real, se será estruturado como *software* aberto ou roteirizado, etc.); num foco mais aproximado, em detalhe, as analogias podem se realizar em cada item de sua identidade visual, a exemplo dos próprios ícones e outras formas de chamada e execução de funções e comandos.

Como exemplo, podemos perceber que, no caso da representação visual de comandos e ferramentas, em muitos programas (educativos ou não) que costumamos operar no dia-a-dia, a relação a maior parte das vezes estabelecida com o objeto que se quer representar é **metonímica** (mediante estilização de um objeto que represente a ferramenta ou que remeta ao procedimento a ser realizado [tesoura para a ferramenta "recortar", um balde de tinta para a ferramenta "preenchimento" ou um gráfico para uma ferramenta de construção de gráficos, por exemplo.]).

Nesse contexto, interessa-nos não apenas identificar o uso da representação icônica, mas também apontar e descrever o tipo de opção retórica feita para representar as ferramentas que compõem o programa. Esclarecemos que essa análise, entretanto, foi feita empregando categorias que emergiram da própria navegação propiciada pelo trabalho de campo realizado com os programas aqui analisados.

Com efeito, o SuperLOGO 3.0 não lança mão de ícones em sua operação. Como se trata de um ambiente de exercício de linguagem de programação, não há ferramentas a serem ativadas de maneira direta (como as usadas para interferir diretamente em figuras, no Cabri Géomètre II ou em outro programa de desenho, por exemplo). Há apenas as ferramentas de operação/navegação disponíveis na

seqüência principal de menu²⁵, para as quais o programa não apresenta representação icônica.

No Cabri Géomètre II, o menu principal para operação do programa, à maneira do SuperLOGO 3.0, também está disponível na barra horizontal formada por chamadas de texto. Já as chamadas para ferramentas de trabalho específicas do *software* e para informações de navegação/operação ("atributos" da figura, por exemplo) são representadas de maneira icônica.



FIG 16 -
Cabeçalho,
linha de menu
de texto e linha
de ícones do
Cabri Géomètre
II

Não há grande especificidade na forma dos botões de ícones: todos são quadrados (podendo aparecer no tamanho normal dos ícones da maioria dos programas ou um pouco maiores ["grandes ícones"]) e ficam dispostos em linha horizontal na parte superior da tela, sendo que as informações de "atributo", quando ativadas, ficam dispostas numa linha vertical na extremidade esquerda da tela).

Em geral os ícones, num programa de computador, têm a missão de levar o usuário, de maneira simples e direta, a certo grupo de funções ou ferramentas do programa. Eles podem também dar o acesso a certos dados armazenados na memória. Assim, o uso de ícones no Cabri possui duas funções principais:

- ativar modalidades específicas de escrita/desenho;
- ativar operações de interferência no desenho ou na visualização de itens

da página, além de chamar aplicativos específicos (calculadora, tabela).

²⁵ Ver. FIG 4, P. 42. "Arquivo" [Novo, abrir, salvar, salvar como, salvar tudo, sair]; "Procedimento" (Novo/Editar/Editar todos/Apagar/ Apagar todos); "Modo de execução" (Rastrear, passo-a-passo); "Bitmap" (Novo, abrir, salvar, salvar como, configurar página, imprimir, área ativa); "Formatar" (tamanho do lápis, fonte, cor); "Zoom" (mais, menos, normal); "Ajuda" (índice, MCI, usando o ajuda, demo, comandos básicos...).

O que confere especificidade aos ícones do Cabri Géomètre II é justamente o que eles representam, o que decorre da proposta do *software*: permitir a construção de objetos geométricos e a verificação de relações entre eles, numa abordagem que converte esses conceitos e relações em ferramentas de operação. Isso resulta em ícones bastante específicos, que influem, primeiramente, na identidade visual do programa, fazendo-o reconhecível. Assim, nesse caso, a especificidade que os ícones vêm agregar à interface do Cabri Géomètre II acontece em função de a maior parte desses ícones veicularem representações de conceitos/relações matemáticos dentro de um padrão que tenta sintetizar o conceito trabalhado em representações e notações culturalmente difundidas, principalmente na tradução visual da relação matemática entre determinados elementos, o que resulta na maneira de se representar figuras e outras relações geométricas conhecidas. Vale lembrar que o tipo de operação de linguagem que caracteriza essas opções de comunicação são, em geral, metonímicas. Desse modo, tendem a descrever sinteticamente (segundo esquema típico dessa figura de linguagem, qual seja representar o todo pela parte, ou o continente pelo conteúdo, etc.) o próprio conceito geométrico ou as relações entre elementos geométricos que tenham se tornado ferramenta, estilizando (para, assim, representar) uma propriedade elementar dessa ferramenta ou um passo mais representativo que compõem a relação a ser transformada em ferramenta.²⁶

²⁶ A possibilidade tanto da representação do objeto, em essência, como de um traço marcante em sua constituição que observamos nesta análise é ilustrada na seguinte discussão: Antoine Compagnon (1996: 78), a propósito da aplicação de conceitos da semiótica de Pierce à teoria da literatura, diferencia a operação icônica (e metonímica, numa generalização) implementada pela *imagem* (representação de propriedade essencial do objeto) daquela operada pelo *diagrama* (representação de relações entre elementos do objeto): "os *relata* da imagem são análogos ou proporcionais, imitativos; logo, a imagem dá a alusão de uma relação genérica ou genealógica, natural, ela aspira a uma naturalidade secundária do signo (uma segunda natureza), como o emblema. Os *relata* do diagrama são, ao contrário, homólogos, ou similares, homotéticos; a

Tomando por base o princípio inicial de que a síntese metonímica perpassa a comunicação icônica empreendida em diferentes domínios, no caso do Cabri Géomètre II, isso se mantém. O que acontece é que, no programa, a operação metonímica seguirá diferentes padrões, diferentes linhas de estilização na elaboração de sua síntese. Antes, entretanto, é preciso registrar que uma tendência seguida no programa é a de estabelecer uma sintaxe de cores para materializar uma de suas principais premissas: possibilitar construções geométricas. De acordo com essa sintaxe, o azul remete ao que está em processo, e o vermelho remete aos resultados, ou seja, ao que acontece quando a intervenção do usuário se conclui. Assim, no Cabri, segundo diferentes níveis de abstração (o que depende do procedimento a ser retratado), parte-se sempre de elementos iniciais (elementos, figuras, equações, expressões, medidas etc.) em direção a elementos finais e resultados. A operação de linguagem realizada é em todas as circunstâncias, de certa forma, metonímica, considerando-se os graus variados de abstração e de priorização do tipo de elemento a ser representado. Os ícones sempre engendram uma espécie de narrativa, seja de transformação, de alteração, etc., a partir da estilização da ação, do instrumento da ação ou de situações iniciais e/ou finais. Percorrendo esses aspectos até aqui discutidos, chegamos a três categoriais específicas de estilização, que acabam por configurar três diferentes linhas de comunicação:

- 1) **Representação metonímica:** presente em ícones que retratem uma estilização do próprio elemento ou um componente (ou instrumento) importante da ação a ser realizada, numa representação direta, baseada

homologia não funda uma filiação ou uma legitimidade inata, mas o reconhecimento contratual de uma similaridade factual e adquirida".

numa imagem-síntese: a tabela para o aplicativo "tabela", o rolo de pintura para o procedimento "preencher", o lápis para a ferramenta "cor", o percevejo para a ferramenta "fixo-livre" etc. Aqui o princípio vulgar "a parte pelo todo ou o todo pela parte", que caracteriza a metonímia como figura de linguagem, é mais facilmente identificável, tanto em relação às ações e aos elementos representados.

- 2) **Estilização da ação:** presente em ícones que retratam elementos que não possuam uma imagem-síntese. Nesse caso, a representação lança mão de símbolos complementares (setas, espirais etc.), que estilizam o processo da aplicação da ferramenta, acabando por dar indícios do efeito de sua aplicação: o cursor com um par de setas circulares representando a ferramenta "girar"; o cursor com quatro setas duplamente orientadas, cada qual apontando para uma direção, representando a ferramenta "ampliar/reduzir", etc. Em relação ao ícone da ferramenta "ponteiro", pode-se tomar a estilização da seta (imagem amplamente disseminada do cursor) como metonímia do ato de apontar antes de se considerar a imagem da seta como estilização direta da imagem do cursor. No caso das ferramentas do agrupamento "macro", a ação é estilizada lançando-se mão dos caracteres X e Y. A seta indica o processo de transição entre um e outro. No caso das ferramentas "animação" e "múltipla animação", a estilização da mola direcionada indica o movimento

- 3) **Estilização ou exemplificação do resultado** da ação: também usados quando não se tem uma imagem-síntese do elemento. Entretanto, aqui se estiliza o resultado da ação, e não a própria ação. Nesses casos, o uso da

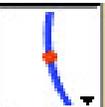
sintaxe de cores é preponderante: os elementos que originam o resultado da ação aparecem em azul e o resultado aparece em vermelho. Entram nessa categoria de representação os ícones de ferramentas de desenhos de polígonos e outros elementos geométricos, (circunferência, triângulo, polígono regular, reta, semi-reta, segmento, vetor, etc.); os que representam certas relações entre elementos geométricos (simetrias, soma de dois vetores, perpendicularidade, paralelismo) e transformações geométricas (translação, rotação, inversão, homotetia, etc.). Num nível mais drástico de abstração, pertencem igualmente a ela os ícones que designam instrumentos como o "compasso" (demarcação de um segmento de um determinado comprimento, traçado da circunferência [em vermelho] de raio equivalente ao segmento traçado) e ferramentas como "transferência de medidas", em que o resultado é sugerido ao se representar o ponto transposto (em vermelho) e um numeral para sugerir a medida do segmento transportado. Para "lugar geométrico", representam-se os elementos do lugar geométrico e a curva resultante, neste caso. A abstração para a ferramenta "redefinir objeto" segue padrão de narração baseado na seta vermelha, que indicará a alteração na construção. À maneira dos ícones de verificação de propriedades, as ferramentas de atribuição de medidas estilizam um possível resultado, amparadas no traçado dos elementos iniciais e das unidades de medida. A estilização do resultado para os ícones das ferramentas de aplicação de equações, coordenadas e expressões elege uma equação ou expressão genéricas como exemplificação do resultado da aplicação da ferramenta (aparecimento, na tela, da equação ou expressão),

como apoio da sintaxe de cores. A estilização do resultado da aplicação de ferramentas como "etiqueta", "texto", "número" e "expressão" invoca a presença de caracteres genéricos (a seqüência "a", "b", "c" para sugerir o texto, além de algarismos indicando a entrada de números), associados à imagem que o cursor adquire no ato da escrita. Ele dá a idéia de se tratar de ferramentas de formulação e não de aplicação/cálculo automáticos.

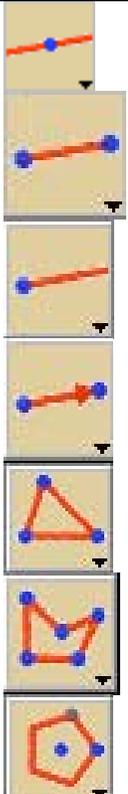
O resultado por exemplificação é chamado nas ferramentas "rastros", "espessura", "pontilhado" e "aparência", em que o ícone elege um exemplo direto das possibilidades da ferramenta.

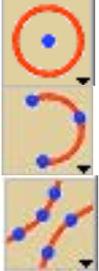
Como poderemos ver no quadro a seguir, existem onze agrupamentos de comandos, referidos no manual do programa como "caixas de ferramentas". Dentro dessas caixas de ferramentas, cada comando recebe uma nomenclatura e é representado por um ícone. O manual²⁷ estabelece uma nomenclatura para cada um dos agrupamentos, porém essa nomenclatura não está expressa na interface do programa. Podemos observar, no quadro (QUADRO 3), o elenco de caixas de ferramentas de acordo com essa nomenclatura, os comandos que fazem parte de cada uma delas e a descrição do tipo de representação a que recorrem cada um desses comandos.

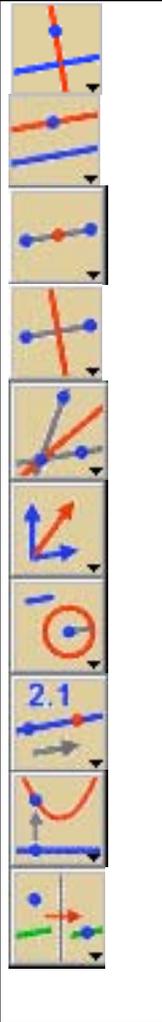
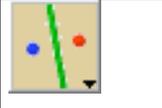
²⁷ CABRILOG S.A.S, BAINVILLE (2003).

Caixa de ferramentas	Função dos comandos da caixa	Ícones	Comando ativado	Tipo de representação
1 - Ponteiro ²⁸	Ferramentas operacionais: ativam as modalidades de seleção/manipulação com o cursor.		Ponteiro	Representação metonímica
			Girar	Estilização da ação
			Ampliar/reduzir	
			Girar e ampliar	
2- Pontos	Ferramentas que envolvem a construção de objetos geométricos.	  	Ponto Ponto sobre um objeto Ponto(s) de intersecção	Estilização ou exemplificação do resultado

²⁸Na versão original do Cabri Géomètre II essa caixa de ferramentas aparece nomeada como *pointier*, verbo apontar. Consideramos que a substantivação realizada na tradução para o Português trouxe ligeira incoerência, uma vez que apontar e selecionar são as funções primeiras de todas as ferramentas da caixa e que fundamenta a lógica do arrasto.

3- Retas	Ferramentas que envolvem construção de objetos geométricos.		<p>Reta</p> <p>Segmento</p> <p>Semi-reta</p> <p>Vetor</p> <p>Triângulo</p> <p>Polígono</p> <p>Polígono regular</p>	Estilização ou exemplificação do resultado
----------	---	---	--	--

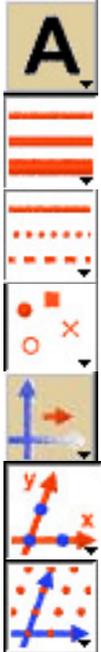
<p>4- Circunferência, arco, cônica</p>	<p>Ferramentas que envolvem a construção de objetos geométricos.</p>		<p>Circunferência</p> <p>Arco</p> <p>Cônica</p>	<p>Estilização ou exemplificação do resultado</p>
--	--	--	---	---

5- Construir	Este agrupamento abriga tanto ferramentas que envolvem conceitos geométricos e relações entre eles quanto outros instrumentos para manipulação dos objetos.		Reta perpendicular Reta paralela Ponto médio Mediatriz Bissetriz Soma de dois vetores Compasso Transf. de medidas Lugar geométrico Redefinir objeto	Estilização ou exemplificação do resultado
6- Transformar	Ferramentas que envolvem relações entre conceitos geométricos (transformações).		Simetria axial	Estilização ou exemplificação do resultado

			<p>Simetria central</p> <p>Translação</p> <p>Rotação</p> <p>Homotetia</p> <p>Inversão</p>	
7- Macro	Ferramenta de operação exclusiva do programa, cria as macros, ou seja, seqüências de construções interdependentes, úteis para criar novas ferramentas que constroem objetos únicos ou executam tarefas repetitivas.		<p>Objetos iniciais</p> <p>Objetos finais</p> <p>Definir marco</p>	Estilização da ação.
8- Verificar	Ferramentas que verificam propriedades entre elementos geométricos.		<p>Colinear?</p> <p>Parelelo?,</p> <p>Perpendicular?,</p>	Estilização ou exemplificação do resultado.

		 	Equidistante?, Pertencente?	
9- Medir	Ferramentas que envolvem ferramentas de atribuição de grandeza (distância, comprimento; área, coeficientes e medidas de ângulo), de tradução entre linguagens da própria matemática (equações, expressões) e de procedimentos operacionais possibilitados pelo <i>software</i> , tais como a operação com calculadora ou a inserção de tabela.	       	Distância ou comprimento Área Coeficiente angular Medida de ângulo Equação ou coordenadas Calculadora Aplicar uma expressão Tabela	Calculadora e tabela são representações por metonímia; os demais são estilização ou exemplificação do resultado
10- Mostrar	Ferramentas de edição/ atribuição de atributos à figura.		Etiqueta	Estilização ou exemplificação do resultado.

			<p>Texto</p> <p>Número</p> <p>Expressão</p> <p>Marca de ângulo</p> <p>Fixo/livre</p> <p>Rastro <i>on/off</i>,</p> <p>Animação</p> <p>Múltipla animação</p>	
11- Desenhar	Ferramentas de navegação e de edição/ atribuição de atributos à figura.		<p>Esconder/mostrar</p> <p>Botão esconder/mostrar,</p> <p>Preencher</p>	Metonímia direta para "preencher" e para "cor do texto". Para os demais, estilização ou exemplificação ou do resultado.

			<p>Cor do texto</p> <p>Espessura,</p> <p>Pontilhado</p> <p>Aparência</p> <p>Mostrar eixos</p> <p>Novos eixos</p> <p>Definir grade</p>	
--	--	--	---	--

Como pudemos constatar no quadro acima, a representação metonímica direta aparece nos ícones que ativam ferramentas operacionais como as da caixa de ferramentas "ponteiro", nas chamadas para aplicativos como "calculadora" e "tabela", e em recursos de manipulação como "fixo-livre", por exemplo. Seria possível tomarmos as representações presentes nos ícones de ferramentas para desenho ("ponto", "ponto sobre um objeto", "ponto de interseção", "reta", "segmento", "semi-reta", "vetor", "triângulos", "polígonos" [regulares ou não], "circunferência", "arco", "cônica") como exercício da metonímia direta. Entretanto, elas são colocadas em outra categoria (estilização ou exemplificação do resultado) em atenção aos princípios de construção geométrica que regem o Cabri, privilegiando cada fase desse processo e ressaltando-a por meio da referida sintaxe de cores.

Os ícones que veiculam a estilização da ação são de relativa eficiência comunicativa. Os esquemas de representação são facilmente identificáveis por serem análogos ao movimento a ser feito pelo cursor (ferramentas "girar", "ampliar", "reduzir"), aparecendo também esquemas de representação já utilizados em outros programas para a mesma finalidade (o comando ampliar/reduzir das ferramentas de desenho do *word*, que toma a forma do cursor no momento da operação, também se utiliza de seta duplamente orientada)²⁹. O comando "definir marco" e seus derivados, que, à maneira da ferramenta "redefinir objeto", não designa operações ou conceitos matemáticos, mas uma possibilidade exclusiva do programa, também é ilustrado de

²⁹ É interessante lembrarmos, porém, que ocorrem representações esquemáticas semelhantes para realizar tarefas diferentes em outros programas, o que pode gerar confusão e ambigüidade no ato da interpretação do ícone. Ex: o comando "atualizar" em navegadores de internet como o *Internet explorer*, traz dois semicírculos orientados em direções opostas. Em função disso, a compreensão do ícone poderá ser facilitada ou dificultada de acordo com o tipo de referência de outros domínios do mundo da informática que o usuário tiver.

maneira indireta, em representações complementares: a representação de "definir macro" agrega as representações de "objetos iniciais" e "objetos finais", dando a idéia que se trata de um processo composto por etapas.

A exemplificação ou estilização do resultado se faz nas ferramentas de desenho de elementos geométricos e em algumas noções de relação como "reta paralela", "reta perpendicular" ou "ponto médio". Desses últimos, o aluno passa a depender de um contato com certas representações já relativamente difundidas de conceitos e relações da geometria formal. Desde que haja esse contato, a tradução visual adotada pelos ícones que representam essas ferramentas não oferece obstáculos à compreensão. Nesse grupo, aparecem ainda representações de ferramentas como "ponto médio", "mediatriz", "bissetriz", "soma de dois vetores". A tradução visual das simetrias axial e central e de transformações como translação, rotação e inversão são representadas também de maneira a tentar congelar determinada etapa de seu processo de constituição. Há também, entre os casos de exemplificação/estilização do resultado, representações em que a leitura dos ícones, em parte elaborados com base em metonímias diretas, é facilitada pela introdução, neles mesmos, de um elemento textual. Isso acontece com as ferramentas de atribuição de medidas, em que aparece uma representação do elemento a ser medido acompanhado da unidade de medida (cm^2 para área, cm para distância...), e nas representações de expressões e equações. No caso da representação das ferramentas do agrupamento "verificar", em que se observa a existência de determinadas propriedades para os elementos em questão, os ícones recorrem também à estilização dos resultados, já que as propriedades colinear, paralelo, perpendicular e equidistante apresentam representação visual conhecida. Essa visualização é amparada no sinal de interrogação, indicando que se trata de algo a ser

verificado. A propriedade "pertencente", por não possuir representação esquemática como a dos demais, ampara-se ainda no sinal de pertence. Vale ressaltar aqui que a sintaxe dos elementos textuais de auxílio comunicativo, que aparecem nos ícones desse agrupamento, variará em relação aos ícones que se amparam a unidades de medida, por exemplo. O sinal de interrogação que acompanha os ícones de verificação de propriedade traz implícita uma pergunta que possui somente duas respostas: sim ou não. No caso das representações de operações mais complexas a serem feitas, a exemplo da ferramentas "transferência de medidas" (operação geométrica) e "redefinir objeto" (operação de gestão da figura no suporte hipermidiático, impossível de ser reproduzida no papel da mesma maneira), o grau de comunicabilidade cai, uma vez que cai também o poder de síntese da representação icônica por se tratar de um procedimento que, para ser executado, requer mais de um passo ou etapa. O próprio ícone, nesses casos, acaba por revelar passos do processo, numa espécie de narrativa do procedimento, ainda que não se chegue a uma exemplificação sintética do resultado. No caso da primeira ferramenta, a presença do numeral associada à seta e à presença de dois pontos diferentes no segmento dão pistas de se tratar de uma operação que envolva valores; no caso da segunda ferramenta, a seta indica o processo de transição entre dois estados, mas que não são suficientemente exemplares para se tornar símbolo da ação. Assim, fica comprometida a compreensão dos ícones sem suporte verbal. A compreensão imediata dependerá da competência matemática do usuário.

Assim, independentemente da categoria em que enquadraremos os ícones, o conhecimento prévio torna-se um fator fundamental na análise que fazemos de seus potenciais comunicativos. Os usuários mais familiarizados com a Matemática poderão

descobrir que o ícone "compasso", por exemplo, revela passos típicos do procedimento de desenho com o compasso, quais sejam a definição de um raio, com a abertura do compasso, a definição de um centro e o traço da circunferência, os quais o programa seguirá, etapa por etapa, ao se aplicar a ferramenta. Para o usuário menos familiarizado com certos tipos de procedimento, esse tipo de estilização do resultado da ação pode trazer dificuldades de leitura. Portanto, o conhecimento prévio, nesse caso, como em todo processo comunicativo, determina a convergência de significados. Maiores índices de conhecimento prévio determinam, pois, maior rapidez de leitura. Nesse processo, o usuário passa a realizar um número reduzido de tentativas de leitura até que perceba a intenção comunicativa do ícone e as maneiras adotadas pelo programa para se referir a determinados comandos e funções.

A iconicidade dos comandos também tem sido discutida no âmbito das heurísticas da Engenharia de Usabilidade. Atayde (2003), seguindo as premissas fornecidas pelas principais pesquisas do campo, considera a "Interação" como uma heurística que visa garantir que o *software* facilite a interação do usuário com suas interfaces, possibilitando-lhe cumprir seus objetivos com sucesso. Essa heurística inclui o chamado chama de "reconhecimento no lugar de memorização", que prevê que o *software* deva facilitar a navegação do usuário por meio de "interfaces transparentes", que não interfiram no processo de aprendizagem (p. 131). Isso pressupõe ícones de fácil compreensão e com identidade visual própria o suficiente para que sejam reconhecidos como parte daquele programa, e que sejam regidos por procedimentos de organização que permitam ao usuário o reconhecer rapidamente, na tela do *software*, a função desse ícone. A usabilidade também costuma avaliar unidades de informação icônicas enquanto "recursos motivacionais", ou seja, como

agregadores de qualidade estética ao *software*, como caminho para o estabelecimento de uma interface atraente.

A compreensão de muitos dos ícones do Cabri GéomètreII sem o suporte de uma tradução verbal pode ser difícil mesmo para quem possui familiaridade com símbolos e notações matemáticos. Como se trata de um tipo bastante específico de *software*, não há padrão de tradução icônica difundido por programas congêneres para as ferramentas de construção/controle de figura oferecidas. Em função disso, surge um espaço para a feitura de escolhas de *design* por parte dos elaboradores do programa. E, numa observação geral das escolhas empreendidas, a análise aqui proposta aponta que somente a tradução visual é insuficiente para que o usuário iniciante compreenda a funcionalidade de determinada ferramenta. Dessa forma, tomamos aqui o uso combinado de texto e imagem na exibição das ferramentas que como algo mais do que uma opção pela conjugação habitual de texto e imagem, realizado pelo fabricante. Esse uso combinado é, na verdade, um elemento imprescindível para a navegabilidade do programa. Essa escolha foi fundamental, pois o tipo de representação icônica adotado, sobretudo por alguns dos ícones descritos anteriormente, em que a tradução depende de uma espécie de narrativa de idéias complexas, resulta muito hermética para o usuário, contrariando os princípios do bom *design*, segundo o qual uma interface deve ser o mais auto-explicativa possível. Para Negroponte (1995: 85), a interface deve ser o mais imperceptível possível, evitando que o usuário precise obter ajuda externa na operação do programa. Nesse momento, é interessante refletir sobre que outros tipos de recursos, para além da conjugação com a tradução verbal, poderiam ser úteis no do Cabri Géomètre II, já que não há tradução imagética eficiente para certas noções complexas.

A opção, feita no Cabri, de conjugar texto e imagem na exibição dos comandos, em alguns casos, não traduz prontamente o significado da ferramenta, pois, principalmente nas representações de operações mais complexas, se o usuário não compreende o significado do nome da ferramenta, o ícone não o ajudará nessa tarefa, por ser demasiado abstrato em sua estilização. O programa poderia estar aberto a rearranjos das configurações *default* de disposição dos grupos de ferramentas em função de diferentes graus de competência matemática. Uma possibilidade seria a do agrupamento de comandos e ferramentas em função de sua operacionalidade, e não em função do conceito geométrico que representam, e que esses agrupamentos fossem passíveis de nomeação em função do critério adotado. Ex: [construção de figuras], [relações entre conceitos geométricos]; [atribuição de medidas]; [atribuição de marcação]; [edição de figuras]; [aplicativos de cálculo ou tratamento de dados]. Isso porque é interessante lembrar que os índices de competência matemática de um usuário podem ser inversamente proporcionais a seus índices de competência informática. Uma conceituação dos grupos de ferramentas seria uma hipótese produtiva e traduziria, em última instância, a possibilidade de aliar o rigor matemático presente na abordagem do programa (a lógica que rege a construção geométrica e a possibilidade de efetuação/observação de relações entre elementos) a uma abordagem em direção às práticas já estabelecidas de uso e percepção do *software* como mídia, mensagem e espaço de interação. Nesse sentido, a possibilidade de organizar e agrupar ferramentas de acordo com sua operacionalidade aos olhos do usuário (desenho, edição, atribuição de medidas como exemplos dessas categorias operacionais) ajuda a construir vias de acesso mais intuitivas aos pressupostos matemáticos que o *software* pretende disseminar.

Na verdade, o programa permite relativa maleabilidade na arquitetura da informação como veremos mais adiante, mas não chega a tornar possível esse tipo de proposta. É verdade, também, que, embora não haja estímulo a uma reconfiguração nos moldes das que sugerimos agora, o professor pode entrar no mérito dessas configurações ajudando os alunos a entendê-las. Mas a análise que desenvolvemos aqui, tendo por base o referencial de nosso lugar de observação, sinaliza que o programa poderia ser mais auto-explicativo em suas configurações *default* e que a possibilidade de um reagrupamento das ferramentas, por naturezas de procedimentos, por exemplo, poderia ser proveitosa para o usuário. Esse reagrupamento não traria prejuízo conceitual ao programa, uma vez que a exequibilidade das figuras e relações continuaria submetida a critérios matemáticos.

b) Tradução verbal de ícones e menu; *feedback* verbal no momento da operação

Um direcionamento importante que circula nas discussões da Engenharia de Usabilidade e do *design* de sistemas informáticos é o de não obrigar o usuário de determinado sistema a, para operá-lo, ter de lidar com universos de programação que ele não conhece e que não fazem parte do conjunto de tarefas com o qual ele está lidando. Dessa forma, um sistema não lhe deve solicitar comandos de programação, a menos que esse programa exista para propiciar justamente o exercício de determinada linguagem de programação. A interface já tem que ter dado conta das traduções da programação de comandos específicos em menus inteligíveis e o uso deve ser o mais intuitivo possível para que o usuário se concentre apenas na tarefa a que se propôs.

Tomando como exemplo o caso de um processador de textos, Winograd & Flores, 1986 (2003; 553)³⁰ enfatizam:

Uma ferramenta de processamento de textos eficiente permite que a pessoa opere as palavras e parágrafos dispostos na tela sem perceber que está formulando e editando comandos. Nesse nível superficial do *design* de interface, existem muitos caminhos diferentes para tornar a operação transparente, como grupos de funções especiais (que executam uma operação significativa com um simples comando), ferramentas para apontar (que tornam possível selecionar um objeto na tela) e menus (que oferecem escolha entre um pequeno grupo de ações relevantes).

(...)

Um mau *design* força o usuário a lidar com complexidades que pertencem ao domínio errado.³¹

Se as ferramentas que operam transformações, cálculos ou traduções mais complexas, ferramentas de manipulação direta, ou, ainda, menus e grupos de comandos especiais se apresentam como possibilidades de obtenção de clareza e

³⁰ No original: A successful word processing device lets a person operate on the words and paragraphs displayed on the screen, without being aware of formulating and giving commands. At the superficial level of "interface design" there are many different ways to aid transparency, such as special function keys (which perform a meaningful action with a single keystroke), pointing devices (which make it possible to select an object on the screen), and menus (which offer a choice among a small set of relevant actions). (...)

... A bad design forces the user to deal with complexities that belong to the wrong domain.

³¹ O trabalho dos autores neste artigo, um fragmento do livro *Understanding computers and cognition; a new foundation for design* (1986), situa-se num contexto geral de crítica à idéia de inteligência artificial como maneira de contemplar os sistemas informáticos e as máquinas como passíveis de aproximação com o usuário mediante abordagens personificadas ou análogas ao comportamento humano. A discussão empreendida pelos autores enfoca diretrizes para o *design* de sistemas computacionais e ressalta a importância de um exame cuidadoso das demandas geradas no interior do universo do grupo que abriga essa tecnologia. Nessa perspectiva, os autores trabalham com a idéia de *domínios* (*domínios relevantes*, *domínios ontológicos*, *domínios de conversação*) que dizem respeito ao universo de práticas e significações que permeiam a ação dos usuários de determinado sistema. Eles refletem primeiramente sobre a necessidade de um olhar fenomenológico ao *design* computacional para que expressões como *interface amigável* adquiram real sentido. O sentido para essa expressão começa a se formar no uso do sistema e nos domínios para o qual ele remete o usuário. Nesse contexto, as principais diretrizes para uma análise e aprimoramento do *design* computacional seriam: a prontidão para o uso (capazes de otimizar a relação com o usuário permitindo que este opere o sistema, sem ter de se ater a domínios que não interessam), os possíveis defeitos e rupturas que inviabilizem o correto funcionamento do sistema (que, na verdade são um estímulo ao aprimoramento da ferramenta) e a necessidade de recorte imposta pelo próprio *design* (todo sistema é funcional dentro de um determinado contexto, mas está inevitavelmente impedido de solucionar questões relativas a outros domínios). O bom *design* de sistemas informáticos deve, portanto, permitir que o usuário lide com elementos que pertençam exclusivamente ao domínio relevante para ele: manipular parágrafos, palavras e caracteres em um editor de textos; inserir, manipular e conferir resultados de operações com dados numéricos em uma planilha eletrônica por exemplo.

objetividade no *design* de programas, é de se observar que a conceituação e a nomeação desses diferentes operadores têm de ocorrer em linguagem clara e acessível ao usuário sob pena de comprometer o benefício que essa arquitetura de funções e informações poderia trazer. Portanto, a tradução verbal de menus e comandos também não deve enviar o usuário para outro domínio diferente daquele que ele opera ali naquele momento, fazendo-o ter de buscar traduções para nomes de comandos que ele não compreende. Isso torna-se ainda mais fundamental se lembrarmos que o registro verbal por vezes dá suporte a unidades de informação imagéticas e sonoras buscando tornar mais inteligível a interface do *software*.

Tradução verbal de ícones

O Cabri Géomètre II agrega informações visuais e verbais na apresentação dos comandos. O clique na caixa de ferramentas abre uma lista de palavras ou expressões, cada qual representada por um comando. Se o usuário o ativar, um ícone próprio daquele comando passa a ser exibido no botão. Algumas vezes essas informações acabam por explicar o ícone, que muitas vezes exige tradução do código de imagem utilizado. É o que ocorre com a ferramenta "Compasso", já que não se optou pela reprodução da imagem do objeto compasso, recorrendo-se a uma representação de uma construção que poderia ser feita com ele no papel (uma circunferência, com um centro e um raio, obtido por transferência de medidas de um segmento também representado no ícone). O Cabri, em sua interface, estabelece uma relação de dependência imagem e texto, principalmente em relação às ferramentas de mais difícil tradução visual. Entretanto, muitas vezes, nem mesmo esse agrupamento estratégico é eficiente para os casos em que o nome da própria ferramenta não é auto-

explicativo, já que, em alguns casos, os ícones e sua expressão verbal não são suficientes para informar o usuário sobre as ações passíveis de serem realizadas quando a ferramenta for ativada. Isso acontece, por exemplo, no caso de comandos de aplicação de recursos específicos do programa, tais como "redefinir objeto" e "definir macro" e nas ações específicas de construção/estabelecimento de correlações mais complexas entre os objetos, a exemplo de "lugar geométrico", em que a combinação de nome e ícone não revelam pistas sobre a natureza dos procedimentos gerados no ato da aplicação da ferramenta: o que é redefinir o objeto, o que é macro, quais são os passos da obtenção do lugar geométrico. O usuário, dependendo de seu interesse, sua familiaridade com os conceitos geométricos envolvidos e com a terminologia a referente a eles, poderá recorrer à experimentação, buscando, por procedimentos de tentativa e erro — agilizados pelos recursos da mídia — a construção da compreensão da ação que o comando permite realizar.

Feedback verbal no momento da operação

Tanto no Cabri Géomètre II quanto no SuperLOGO 3.0, lança-se mão de mensagens de texto para orientar a ação do usuário, informando erros ou solicitando a confirmação de procedimentos. No SuperLOGO 3.0, os *feedback* textuais aparecem basicamente no ato da operação do programa, junto ao conjunto de coordenadas já solicitadas.



FIG 17 - Janela de comandos do SuperLOGO 3.0 exibindo o *feedback* verbal

Assim, quando o usuário solicita um procedimento que a tartaruga ainda não "aprendeu" ou se há ausência de informações (parâmetros) para que ela complete a tarefa solicitada, a mensagem de erro aparece na janela de comandos, abaixo da coordenada anterior, e a tartaruga permanece no mesmo lugar. É relativamente grande a variedade de situações que podem gerar esse tipo de mensagens pelo fato de o SuperLOGO 3.0 ser uma ferramenta de exercício de uma linguagem de programação que aceita uma variedade bastante grande de parâmetros³².

Na navegação do SuperLOGO 3.0, no intuito de desenhar figuras geométricas, detectamos algumas modalidades de *feedback* verbal tais como as seguintes:

- *ainda não aprendi*: é um *feedback* que ocorre quando o programa não reconhece uma das palavras que foram listadas ou quando o usuário pressupõe que o programa reconheça uma ação ou definição ainda não utilizada. Ex: *ainda não aprendi volte* (quando o usuário, por exemplo, deseja desfazer uma trajetória de 100 passos feita pela tartaruga e solicita o comando "volte 100"); *ainda não aprendi rótulo* (quando o usuário digita um comando ainda não ensinado para a tartaruga ou comete um erro na digitação de um comando já conhecido. Neste exemplo, o usuário desejava digitar "rotule"); *ainda não aprendi quadrado* (quando o usuário pressupõe que o

³² Vale ressaltar inclusive que o uso de ambientes LOGO para o ensino de Matemática na escola fundamental ocorre utilizando justamente sua interface gráfica: a tartaruga e os efeitos de sua trajetória de acordo com a programação realizada. Entretanto, esta não é a única possibilidade dessa linguagem de programação. A manipulação dessa linguagem com parâmetros mais complexos, bem como o processamento de listas de comandos e parâmetros, podem levar ao desenvolvimento de programas com aplicações diversas. (Cf. ROCHA, Heloisa Vieira da; FREIRE, Fernanda M. P.; PRADO, Maria Elisabete B.B. *Tartaruga, Figuras, Palavras, Listas e Procedimento: Um primeiro passeio pelo Logo – SuperLogo 3.0 e Parâmetros, Condicionais, Recursão... continuando o passeio pelo Logo–SuperLogo 3.0*. Campinas: Unicamp/ Núcleo de informática aplicada à Educação, 2000. (memos n. 35 e 36)).

programa já conheça as definições para o desenho de um quadrado sem que elas tenham sido "ensinadas" ou sem que tenham sido dado parâmetros).

Outras formulações possíveis:

- *Pd não tem saída para pf* (quando o usuário digita um comando composto e deixa de dar valor para a primeira das solicitações: 'pd pf 100', por exemplo);

- *Não aceita este tipo de parâmetro ou não há parâmetros suficientes pd* (quando o usuário deixa de dar valor para um comando específico. No exemplo: pd).

Aqui acontecem duas coisas ao mesmo tempo. Há, por um lado, uma intensa contextualização da interface do programa em direção à proposta inicial feita ao usuário: oferecer *feedback* verbais sintonizados com a filosofia que norteia a concepção da linguagem LOGO, segundo a qual o usuário pode ensinar o computador. Nesse sentido, retornos como "ainda não aprendi volte" ajudam a dar forma e sentido a uma concepção dialógica de abordagem, objetivando que o usuário compreenda facilmente, neste caso, cada mensagem que lhe é dirigida. Ao utilizar um repertório de mensagens claro, objetivo e em consonância com a proposta do programa, coloca-se o usuário no controle da tartaruga. Essa abordagem não fecha possibilidades, mostrando que, se aquele procedimento ainda não foi ensinado à tartaruga até o momento, o usuário ainda tem chances de conseguir ensinar a tartaruga formulando um comando exequível. Isso propicia a inversão da relação entre usuário e mídia muitas vezes aceita por professores, alunos e instituições. Muitos programas supõem, na verdade, uma postura passiva e pouco crítica frente às tecnologias informáticas, propondo o uso de material didático eletrônico preconcebido, em que a criança deve simplesmente buscar entender determinada exposição de conteúdos rigidamente estruturados para, em seguida, buscar o acerto das questões subseqüentes. Essa potencialidade dos ambientes

LOGO de colocar o usuário no comando foi descrita por pesquisadores como Valente (1993).

Entretanto, no caso do SuperLOGO 3.0, observamos que algumas das mensagens passíveis de ocorrer ainda se encontram presas à linguagem do *software*, perdendo a oportunidade de serem mais claras para o usuário. O *feedback Pd não tem saída para pf*, por exemplo, poderia ser simplificado em "falta parâmetro [ou valor] para pd". O pleno investimento em se simplificar e contextualizar os *feedback* verbais agrega qualidade ao relacionamento entre o usuário e o ambiente criado pelo *software*. A premissa é que o usuário está ali em um processo de busca pessoal para o qual a abordagem do programa não deve representar empecilho.

No caso do Cabri Géomètre II, existem dois tipos principais de *feedback* verbal dados ao usuário no ato da operação na tela de trabalho. Em primeiro lugar, notamos os tópicos da "ajuda" do programa, que é integrada à tela de trabalho, aparecendo na parte inferior da tela em vez de ser ativada em separado, no esquema de índice, como ocorre no SuperLOGO 3.0 e em programas como o *word* e o *power point*. A "ajuda" consiste apenas em se repetir, no campo inferior da tela, o nome do ícone ativado, exatamente como eles aparecem na caixa de ferramentas. Trata-se de um *feedback* verbal simples, mas pouco esclarecedor, por apenas repetir o nome da ferramenta em questão, que não fica visível quando o ícone correspondente está ativado. Essa modalidade de tópico de "ajuda" não cumpre o papel de fornecer informações adicionais úteis ao usuário na operação do programa, conforme diretrizes da Engenharia de Usabilidade, no tópico "qualidade das opções de ajuda" (ATAYDE, 2003).

Além do *feedback* verbal da "ajuda", existem as mensagens que aparecem durante o ato de manipulação dos objetos para guiar a ação do usuário. Essas mensagens apresentam-se em linguagem clara e objetiva, lançando mão de pronomes demonstrativos (dêiticos) permanentemente apoiados na imagem em questão, gerando, por isso, uma margem muito pequena de ambigüidade ou imprecisão. Tais mensagens aparecem quando o usuário passa com o cursor pelo objeto com a ferramenta "ponteiro" ativa, ou quando determinada ferramenta de desenho [por exemplo, ponto sobre um objeto], de construção [por exemplo, mediatriz], de propriedades [por exemplo, colinear?] ou de atributos para objetos [por exemplo, etiqueta] está ativa. Dependendo da ferramenta solicitada, variará a estruturação dos textos das mensagens. Quando o procedimento envolve apenas a seleção do objeto, a estrutura do texto é bastante simples: "esta reta", "este polígono regular". (FIG 18)



FIG 18 - *Feedback* verbal do Cabri Géomètre II

À medida que as ferramentas estabelecem relações entre diferentes objetos, a exemplo de "ponto sobre um objeto", o registro acompanha o grau de complexidade do procedimento, acrescentando à identificação uma expressão de relação: "Ponto nesta interseção", "Perpendicular a esta reta?" (além do pronome demonstrativo, a expressão

ganha uma preposição). Para algumas ferramentas de relação entre um número maior de objetos, o texto do *feedback* também inclui os nomes dos dois objetos relacionados. Por outro lado, em certos casos, como os de mediatriz, bissetriz, ponto médio e soma de vetores, o conceito não é retomado, e a mensagem pede apenas a confirmação dos parâmetros para a construção: "este ponto", "este vetor".

Convém destacar que, em alguns casos, o *feedback* dá mais especificações na identificação do objeto relacionado, sua natureza ou posição, ou mesmo da seqüência de seleções efetuadas pelo usuário. No caso da ferramenta mediatriz, por exemplo, quando o usuário quer utilizar como parâmetro dois pontos que já estejam desenhados, o programa identifica os pontos que serão o parâmetro para a construção, de acordo com a ordem em que o usuário os seleciona: "este primeiro ponto", "este segundo ponto".

Outra estratégia de *feedback* é o envio de mensagens separadas por pausas para a ação do usuário, compondo um conjunto coerente, que narra o procedimento. As relações de transformação, como, por exemplo, "translação", são praticamente narradas pelas mensagens: "translação desta circunferência" [pausa] "segundo este vetor", ou ainda "homotetia desta circunferência" [pausa] "em relação a este ponto" [pausa] "segundo este fator". No caso da construção de retas perpendiculares, o mesmo acontece, com a seguinte mensagem: "perpendicular a esta reta [pausa] "por este ponto".

Há ainda uma outra ocorrência de *feedback* verbal do Cabri que cabe mencionar. Tal ocorrência acontece quando ativamos qualquer ferramenta do agrupamento de propriedades [colinear?, paralelo?, perpendicular?, equidistante?, pertencente?]. Nesta modalidade, ativada a propriedade que se quer investigar e

selecionados os elementos, o programa emite um diagnóstico-padrão que responde à pergunta formulada no próprio nome da propriedade expresso na ferramenta. Assim, quando o usuário ativa a ferramenta "paralelo?" e clica numa reta, aparece o *feedback* "esta reta é". Se o usuário passa o cursor sobre uma segunda reta, aparece a mensagem "paralela a esta reta?". Se o usuário clica sobre a reta, aparece uma caixa de texto na tela com o diagnóstico: "objetos paralelos" ou "objetos não paralelos".

Ainda relativamente às modalidades de retorno verbal, é interessante salientar também que, quando há muitas interseções entre objetos, o programa fornece o *feedback* "qual objeto?" (FIG 19), o qual se desdobra em uma caixa de texto com as opções a serem escolhidas. Esse é um recurso eficiente para se evitar ambigüidades previstas pelo programa, dada a natureza da representação gráfica em que se atribui definição a pontos.

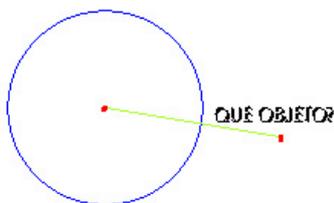


FIG 19 - *Feedback* verbal para situações de ambigüidade

Detectamos essas possibilidades de *feedback* textuais operando na versão *default* do Cabri. À medida que o professor ou o próprio usuário modifica a disponibilidade das ferramentas, certas opções deixarão de estar presentes. As modalidades de retorno verbal oferecidas pelo Cabri estão centradas e sintonizadas com o tipo de proposta de operação feita pelo programa: a de se agregar o

máximo de interação (*mouse*, teclado) entre o usuário e o programa e, em cada caso, de fazer aquilo que o usuário espera que o programa faça, respeitando de um lado os comportamentos usuais das aplicações e do sistema, e de outro lado o comportamento matemático mais plausível" (CABRILOG S.A.S, 2003: 13).

Sobre essa proposta, refletiremos na parte 3 deste capítulo [modalidades da experiência]. A qualidade dos retornos verbais fornecidos pelo *software*, portanto, além de estar sintonizada com sua proposta, representa um instrumento de efetiva interatividade, por tornar real a possibilidade de reorganizar os fluxos informacionais em curso. Além disso, estabelece-se um espaço de interações constituído no fluxo de informações forjado na relação do usuário e interlocução entre retornos verbais e ação do usuário, que o interpela — e faz agir — com as próprias premissas do fazer geométrico, incorporadas ao jogo da operação do programa.

Tradução verbal dos menus

A ocorrência de uma barra horizontal de menus de texto acontece tanto no SuperLOGO 3.0 quanto no Cabri Géomètre II. Em ambos os casos, a maior parte dos comandos executa procedimentos operacionais [abrir/copiar/colar/salvar/salvar como/imprimir, etc.]. Dentro desse conjunto existem também comandos específicos de cada programa, que não foram expressos de maneira icônica: no SuperLOGO 3.0, porque não há esse recurso; no caso do Cabri Géomètre II, por não fazerem parte do conjunto de ferramentas de manipulação de objetos. Os comandos específicos são: "Procedimento" [novo, editar, editar todos, apagar, apagar todos], "Modo de execução" [rastrear, passo a passo]; "Bitmap" [Novo, abrir, salvar, salvar como, configurar página, imprimir, área ativa] para o SuperLOGO 3.0; "Revisar construção" e "Atualizar desenho" (dentro do menu Editar), "Opções" [Mostrar atributos, mostrar

descrição, preferências, configuração de ferramentas, idioma] para o Cabri Géomètre II.

Ainda que, tanto no SuperLOGO 3.0 quanto no Cabri Géomètre II, os itens da barra de menus se refiram à operação do programa e a configurações bastante gerais (não havendo, por exemplo, relação com conteúdos programáticos), alguns dos procedimentos e nomenclaturas utilizados são de difícil entendimento para o usuário que aciona o programa pela primeira vez. Um exemplo, no caso do SuperLOGO 3.0, seria o seguinte: não fica clara a natureza da noção "modo de execução". Dentro do menu, encontram-se as opções "rastrear" e "passo a passo". O usuário pode ter dúvidas sobre o que as distingue e em que oportunidade usar uma ou outra. As questões a seguir são passíveis de serem feitas pelo usuário iniciante: o que é "Procedimento" seria a programação em si? "Modo de execução" quer dizer execução da programação? Qual a diferença entre "rastrear" e "passo-a-passo"? Outras opções como "bitmap" e "área ativa" são também de difícil compreensão para o usuário iniciante.

No caso do SuperLOGO, a ajuda, que funciona como um índice de tópicos ativáveis pelo menu "ajuda", traduz objetivamente cada um dos itens, procurando evitar que o usuário precise pedir ajuda externa. Entretanto, para o item "modo de execução" e seus desdobramentos, as explicações iniciais são circulares, dificultando a compreensão.³³

³³ O texto da ajuda do SuperLOGO 3.0 para os itens relativos a "modo de execução" são os seguintes:

"Comando Rastrear

O comando rastrear é usado para depuração de programas. Clique novamente para inibir o rastreamento. Você pode habilitar ou desabilitar o rastreamento mesmo enquanto estiver executando o SuperLogo. Observe que o comando rastrear funciona independentemente do que você está rastreando com o comando rastrear. Veja também os comandos Rastrear e Nãoastreie.

Comando Passo-a-passo

Uma outra alternativa para traduzir ou explicar as noções no menu de ajuda poderia ser utilizar um agrupamento que, em si, expressasse a natureza dessas funções e a relação entre elas.

Referenciais da Engenharia de Usabilidade oferecem ferramentas para a apreciação da eficácia comunicativa da interface do *software*, em que os itens textuais podem ser analisados. Nesse aspecto, aparece o item "Legibilidade" (ATAYDE, 2003), ligado à heurística da "Interação", segundo a qual os termos utilizados não devem estar voltados para o *software*, mas para o usuário, evitando terminologias muito técnicas ou que exijam tradução. Justamente nesse aspecto, é que gostaríamos também de propor uma discussão mais abrangente dentro da questão do *design* da página.

Segundo Winograd & Flores, 1986 (2003: 552), um sistema pode se tornar tanto mais intuitivo quando é projetado segundo um planejamento que busca já rastrear domínios de conversação com o possível usuário, de acordo com um *background* já existente, tornando a interação mais enxuta, eliminando excessos, negociações de sentido já desnecessárias:

O programador desenha a linguagem que irá criar o mundo no qual o usuário opera. Essa linguagem pode ser ontologicamente limpa ou um emaranhado de domínios relacionados entre si.³⁴

O comando passo-a-passo ativa um procedimento simples e direto para a depuração de seus programas. Clique novamente para desativar esse recurso. Você pode deixar essa ferramenta ativada ou desativada durante a execução do SuperLogo. Veja também os comandos Passoapasso e Nãopassoapasso.

Passo-a-passo

Comando que marca os itens nomeados para as etapas do passo a passo. Sempre que um procedimento passo a passo é invocado, cada linha de instrução do corpo do procedimento é escrita antes de ser executada, e o Logo aguarda até que o usuário clique no botão Ok."

³⁴ No original: The programmer designs the language that creates the world in which the user operates. This language can be "ontologically clean" or it can be a jumble of related domains.

No texto de 1986 ao qual fizemos referência acima, os pesquisadores apontam que o grande desafio ao *design* de *software* para o "futuro" seria o desenvolvimento, na programação, de maiores habilidades de contextualização em relação aos domínios da experiência que façam parte dos "contextos de conversação" do usuário no que se refere ao universo de utilização daquele *software*. Tal critério se torna importante na definição do léxico que interpelará o usuário durante o uso do programa. Aliás, a compreensão dos domínios de experiência possíveis aos usuários de determinados programas de computador é um desafio e, se trabalhado com cuidado, pode atenuar questões provenientes de pelo menos três categorias de problemas típicos do *design* e da interatividade de *software*, podendo agregar qualidade ou comprometê-la: a transparência ou prontidão ao uso; a antecipação de "defeitos"; as limitações inevitáveis a qualquer sistema (WINOGRAD & FLORES, 1986).

Segundo esses autores, o processo de desenvolvimento de um sistema exige uma fase de aquisição de conhecimento para que se determine a qual domínio de experiência ele deve servir. Só então serão definidas as regras básicas e o referencial de procedimentos, ações e conceitos que nele tomarão parte. Trata-se de um processo que deve servir de base para a escolha do léxico ou do repertório de um programa, dando-se atenção especial à rede de demandas e de temas típicos de uma dada comunidade de usuários.

Seria interessante lembrar que, num *software* educativo, para além dos tópicos que fazem referência ao universo conceitual da disciplina em questão, há a necessidade de considerar os domínios de referência que permeiam o uso do programa, o universo de operações a serem demandadas do usuário no trabalho com o universo conceitual abordado.

Se focarmos o nível mais elementar da estruturação tanto do SuperLOGO 3.0 como do Cabri Géomètre II, observaremos que manter uma interface minimamente semelhante à dos programas dos sistemas operacionais vigentes — com estruturas semelhantes para abertura e salvamento de arquivos, acesso a ajuda, a ferramentas para edição, impressão e formatação de página, etc. — significa buscar um domínio de referência já partilhado por usuários de computador em geral. Certas permanências passam, portanto, a ter uma utilidade especial: eliminar uma etapa de adaptação do usuário à lógica operacional do programa. As principais dificuldades surgem quando se faz necessário integrar ferramentas e recursos muito específicos da abordagem daquele programa a esse léxico operacional já mais ou menos conhecido, composto por estruturas extremamente sintéticas, inteligíveis menos por sua capacidade expressiva, e mais por pertencerem a uma lógica já disseminada (abrir, fechar, salvar copiar, colar, editar, inserir, exportar...). Assim, no caso do SuperLOGO 3.0, por exemplo, recursos operacionais específicos, como o que define a maneira como a programação será executada, podem constar na mesma estrutura de menu, junto a comandos já conhecidos, numa estrutura igualmente sintética. A dificuldade surge quando se deixa de encontrar uma palavra capaz de traduzir aquele comando. "Rastrear" e "passo-a-passo" são as tentativas de enquadrar procedimentos que pertencem ao mundo da programação na linguagem sintética dos menus. Fica difícil para o usuário iniciante, que ainda não tem intimidade com o universo de programação da tartaruga do LOGO, compreender a utilidade de ambas as modalidades de execução da programação. Como o SuperLOGO 3.0 não utiliza imagens em sua interface, as alternativas para se superar as deficiências expressivas do menu voltam-se para um esforço de superação dessas carências, inserindo tópicos de ajuda mais detalhados e

explicativos ou para o refinamento das possibilidades de *feedback* verbal em caso de erro.

No caso da concepção de *design* do Cabri Géomètre II, o principal desafio parece ter sido sintetizar as ferramentas que dizem respeito a conceitos e relações geométricos em chamadas de menu e em ícones. Nas discussões anteriores, observamos que a natureza do desafio que se coloca, em termos de manutenção do usuário em um universo de referência familiar durante a operação do programa, é semelhante ao que acabamos de descrever em relação ao SuperLOGO 3.0: tanto no que diz respeito ao menu verbal como no que se refere às ferramentas nomeadas por texto e representadas por ícone. Devido à grande especificidade do tema e à necessidade de se manter um padrão de interface já difundido, fica difícil expressar certos comandos num repertório tão sintético. No caso específico do Cabri, observamos que as maiores ocorrências dessa dificuldade de aproximação com o usuário residem nas ferramentas relativas a certos instrumentos e aplicativos (compasso e redefinir objeto, por exemplo), e a construções complexas (macros, relações de transformação). Os *feedback* textuais que interpelam o usuário durante a operação são um importante fator de interatividade do programa, um passo importante na construção de um ambiente dialógico, respeitando as características da filosofia do Cabri Géomètre, mas capazes de chamar o usuário, de maneira clara, sem referências exteriores, à reflexão sobre a construção e manipulação que ele realiza enquanto opera o programa.

c) Feedback sonoro

O Cabri Géomètre II não apresenta retornos sonoro exclusivos ao usuário. Ele apenas aproveita o esquema de sons do sistema operacional, em que avisos

sonoros são aplicados em situações padrão como a abertura e encerramento do programa, além de aparecerem quando se ativam os desdobramentos do menu e de boxes de opções dos *feedback* verbais e de seleção de objetos. O SuperLOGO 3.0 opera de maneira semelhante ao Cabri. O que há a mais é a possibilidade de inserção de arquivos de som pelo usuário como uma das ações de programação.

d) A navegação: (hierarquização da informação, possibilidades de flexibilização da arquitetura da informação, diferentes formas de visualização oferecidas pelo *software*)

A interatividade, conforme definida por Lévy (1999), guia a discussão a ser feita aqui sobre a navegação nos programas. Segundo o autor, a principal questão a se colocar no ato da navegação, em um *software*, refere-se aos termos em que essa navegação apresenta oportunidades e alternativas para a reorganização dos fluxos de informação.

Considerando o contexto do ensino de Matemática, a arquitetura da informação no SuperLOGO 3.0 não é moldável, o que resulta em uma navegação estável, em que a principal tarefa do usuário reside em fornecer parâmetros adequados para o sucesso da programação, o que é feito com a correta entrada de parâmetros na caixa de edição de procedimentos. A interatividade, ou a reorganização dos fluxos de informação, acontece a partir do resultado visual da programação, que exibirá ou não os efeitos previstos — e isso ensejará novas ações. Além da observação da trajetória da tartaruga, constitui-se também num fator de interatividade, conforme discutido anteriormente, a exibição de mensagens de texto relatando erro de programação. Ex: "Ainda não aprendi *volte 100*".

No caso do Cabri Géomètre II, a navegação depende da percepção do efeito da manipulação das figuras e da compreensão da funcionalidade (em suas

possibilidades e limites) de cada ferramenta, bem como da consciência de seus efeitos. Isto é o que pode gerar modificação do fluxo de informação. Além disso, o Cabri conta com mais uma alternativa de reorganização desse fluxo em função da possibilidade oferecida pelo usuário de alteração da barra de ferramentas.

Portanto, a navegação, tanto no SuperLOGO 3.0 quanto no Cabri Géomètre II, é permanentemente entrecortada por *feedback* relacionado à operação que está sendo realizada: seja a programação (SuperLOGO 3.0), seja a manipulação de figuras (Cabri Géomètre II). A essência desses programas é oferecer retornos visuais — a trajetória da tartaruga e a aparência das figuras —, a partir dos quais o usuário executa novos procedimentos. O *feedback* verbal atuará como recurso de confirmação ou como alerta de erro de procedimentos ou escolhas. Esses são os principais fatores de interatividade dos programas no que diz respeito à influência da arquitetura da informação na navegação. A ocorrência de outras modalidades de *feedback* como o sonoro, por sua discreta exploração na concepção do *software*, pouco agrega de interatividade ao processo de navegação seja do SuperLOGO 3.0, seja do Cabri Géomètre II.

No Cabri, a possibilidade de reagrupamento de ferramentas é um fator de maleabilidade da arquitetura da informação. Resta ainda fazer um pequeno comentário sobre a configuração das modalidades de visualização dos objetos na tela de trabalho que é, também, um fator importante na navegação. No SuperLOGO 3.0, a possibilidade de reconfiguração é diretamente acessível, havendo um item de menu exclusivo para tal ("mais zoom", "menos zoom", "zoom normal"). A estrutura de visualização é bidimensional e parte de um único ângulo, sendo que a variação decorre apenas da alteração de escala da janela gráfica, havendo possibilidades de visualização

aproximada em um espectro considerável, tanto para mais quanto para menos. Na ajuda do SuperLOGO 3.0, os limites para esse *zoom* não são precisamente especificados. A manipulação das possibilidades de aproximação no SuperLOGO 3.0 não é mais interativa em função da ausência de possibilidade de configuração manual da quantidade de *zoom* desejada no menu. Entretanto, isso pode ser feito via programação, sendo que o número 1 é o equivalente a "*zoom* normal". Números maiores que 1 ampliarão o panorama da tela, números menores que 1 a reduzirão.

Já no Cabri Géomètre II, há menor interatividade na alteração das possibilidades de visualização dos objetos, uma vez que esse recurso não consta no menu e na barra de ferramentas. Entretanto, ele se encontra disponível por meio de atalhos do teclado (*ctrl++/ctrl --*), para alteração em escala, a partir do mesmo ângulo, em que não se pode estabelecer a quantidade de *zoom*, mas adotar a que pareça mais adequada.

A importância das formas de visualização para a arquitetura da informação reside no fato de a própria interface do programa oferecer possibilidades de percepção diferenciada do objeto que está sendo manipulado.

3.3- Modalidades de experiência

Chamamos aqui de **modalidades da experiência** o tipo de prática dominante que o *software* propõe ao aluno para que a operação do programa se efetive. Essas práticas envolvem, por exemplo, as estratégias de leitura que o usuário deve desenvolver para a operação do *software* e os tipos de atitudes que ele é levado a assumir em relação aos conteúdos ou à atividade Matemática, quando da execução de tarefas. Tais estratégias e atitudes serão de algum modo definidas pela maneira como as proposições veiculadas pelo *software* são arquitetadas. Para subsidiar a análise que faremos sobre as modalidades da experiência ativadas pelo SuperLOGO 3.0 e pelo Cabri Géomètre II, apresentamos uma reflexão sobre as modalidades da experiência ativadas pelo SuperLOGO 3.0 e pelo Cabri Géomètre II. Entretanto, primeiro faremos uma reflexão teórica acerca dos possíveis tipos de experiência oferecidas ao usuário pelo *software* em seus papéis intercambiáveis de mídia e de mensagem, considerando a distribuição de papéis tipicamente vigente em uma relação comunicativa. Tal reflexão é resulta de dois questionamentos: corresponderá a experiência de usuário do *software* à experiência de receptor? Ou ainda: qual a natureza dessa experiência em relação aos postos geralmente atribuídos aos participantes de uma relação comunicativa segundo uma abordagem tradicional da teoria da Comunicação?

O desenvolvimento das tecnologias informáticas exige permanentemente a reorganização do mapa de conceitos ou de papéis atribuídos aos participantes do processo. Nesse aspecto, no âmbito da Comunicação Social, o desenvolvimento da informática trouxe a necessidade da revisão das bases teóricas da disciplina. Mais do que passar a recorrer a novas fontes de pesquisa, tornou-se necessária uma revisão da

própria epistemologia da Comunicação, na obtenção de novas "lentes" por meio das quais os processos de Comunicação são observados e analisados. Algumas dessas "lentes", as noções de mensagem, de leitor ou de emissor, mesmo já livres do enfoque linear e transmissivo³⁵, passando a levar em conta os aspectos contextuais, discursivos e culturais que envolvem o processo produção e difusão de informações, precisaram ser reavaliadas a partir do surgimento do ciberespaço. Um dentre os vários outros fatores que fornecerão importantes argumentos a essa nova epistemologia é justamente a mudança no caráter da experiência do usuário das tecnologias informáticas frente aos "produtos comunicativos" que se colocam à sua disposição: páginas virtuais, *software*, *chats*, etc. Trivinho (2003: 173) ressalta:

À diferença do simples ato de ligar a TV ou rádio e sintonizar a emissora para receber seus conteúdos, o usuário do ciberespaço, após acessar o endereço eletrônico desejado, precisa absorver-se num processo contínuo de intervenção na virtualidade da inforrede e na hipertextualidade dos *cyberspatial products* para reativar em e extrair de ambas aquilo que elas podem oferecer. Ele está, portanto, sujeito a uma espécie de lei da busca compulsória. Os conteúdos dos infoprodutos (equivalente à mensagem, na epistemologia comunicacional) não vêm até ele; é ele que, sedentô-nômade, através do veículo, a todo momento, vai. Nem mesmo com a prática do *zapping*, o contexto de recepção dos *media* eletrônicos convencionais permite uma experiência dessa natureza. Além disso, tal estatuto do indivíduo teleinteragente ciberespacial o obriga — lembre-se — a ter que construir e refazer o seu objeto de desejo de maneira pontual e absolutamente individualizada.

Assim, o postulado de receptor, e mesmo o de leitor, dá lugar ao de "teleinteragente", que é distinto dos primeiros, mesmo considerando que o processo de leitura não se faz de maneira passiva; no caso do usuário do *software*, a interação acontece em outro nível também por razões materiais e operacionais: o infoproduto

³⁵ O enfoque da chamada Teoria Matemática da Comunicação (SHANNON & WEAVER, 1949), baseado justamente numa perspectiva empiricista, destinada a enquadrar o processo comunicativo num esquema linear, não considerava aspectos qualitativos das relações comunicativas. Segundo ARAÚJO (2001: 120), essa vertente teórica pertence a uma corrente de estudos que tomou espaço nos Estados Unidos durante as décadas de 20 e 60, privilegiando, por um lado, enfoques quantitativos e gerados segundo demandas de setores oficiais (Estado, Forças Armadas) e, por outro lado, nas demandas dos grandes monopólios da comunicação de massa.

agrega, em sua estrutura de mensagem, a qualidade de território a ser penetrado e transformado em sua materialidade pela ação do usuário. Só a navegação permite o desdobramento das informações hipertextualmente arquitetadas, que, a cada vez, se desenrolarão numa dada ordem e se ligarão a um ponto ou nó diferente da rede, constituindo um novo conjunto de informações. O produto se atualiza a cada uso, independentemente da qualidade da leitura ou fruição que ali se faz. Portanto, é a cada uso que a informação hipertextual se remodela em novos contextos, com novos entornos, formando um novo conjunto. Atento a esse caráter fundamental dessa nova experiência midiática que se coloca, Trivinho (2003: 174) destaca que:

Nesta condição tecnológica *sui generis*, não é o infoproduto ou o conteúdo de qualquer "ponto" da rede que é, a rigor, o produto cultural propriamente dito. Aquele é apenas um suporte, na realidade um pretexto, para a instauração de algo maior, este sim o verdadeiro produto, a saber: a experiência concreta que se elabora no processo de interatividade personalizada com o infoendereço acessado.

É nesse mesmo sentido que tomamos a reflexão de Louise Poissant (1997: 83) num texto que contempla o estatuto perceptivo das imagens geradas pelo computador. A autora aponta a mudança na experiência do espectador propiciada pela geração ou transformação de imagens como resultado da ação do usuário na relação com essas imagens, tendo em vista a manipulação como forma de fruição:

O computador dá novamente uma forma em uma dimensão sensíveis ao real que as matemáticas haviam reticulado e traduzido em fórmulas abstratas, e as imagens que ele constrói e devolve se fazem à base de intervenções e de interações múltiplas, permitindo transformar e penetrar-se nas mais diferentes situações.

Edmond Couchot (1997: 139) também irá analisar a relação do espectador/usuário com as imagens nos meios informáticos apontando o que poderia

ser um paradigma para análise dos processos de comunicação em suporte informático - a dimensão da sensibilidade:

(...) as novas condições de acesso à informação oferecidas pela interatividade (imersão, navegação, exploração, conversação etc.) privilegiam um visual enriquecido e "recorporalizado", fortemente sinestésico, em detrimento de um visual retiniano (linear e seqüencial) e recompõem uma outra hierarquia do sensível.

É, pois, considerando esses aspectos, que procuramos analisar as modalidades da experiência no Cabri Géomètre II e no SuperLOGO 3.0. A sinestesia a que se refere Couchot não se esgota nas percepções visuais ou sonoras. Ela pode ser estendida à própria percepção ou atribuição de temporalidades a essas unidades de informação por parte do usuário, que são alteradas quando se trata da "existência virtual", ou seja, da existência em potencialidade. As imagens "estão sempre em movimento e em transformação, nunca estão fixas, mesmo quando estocadas em potência numa memória. Quando se fixam, é porque adotaram o formato de um meio de saída estático" (POISSANT, 1997: 84).

No caso do Cabri Géomètre II, a principal modalidade da experiência mobilizada é a manipulação direta das imagens por meio do *mouse* e a observação das alterações causadas no objeto no ato da manipulação. Solicita-se a percepção, por parte do usuário, da variação nas relações estabelecidas entre os objetos. Para conferir sentido a esse processo, o usuário deve reconhecer essas relações até mesmo para usar as ferramentas. Para execução da principal maneira de manipulação das figuras com *mouse* — o arrasto — o usuário tem de utilizar uma habilidade de coordenação motora específica, que lhe possibilitará operar com liberdade o programa. Com efeito, o arrasto de elementos via *mouse* é uma habilidade. Mas, aqui, configura-se um pouco

mais refinada, como acontece no caso de outros programas de manipulação de imagens. Habilidade já mais ou menos trabalhada de forma padrão para a execução dos principais programas em circulação, mas um pouco mais refinada, à maneira dos programas de manipulação de imagens.

O manual do Cabri Géomètre II Plus³⁶ afirma o seguinte em relação às possibilidades oferecidas pelo programa:

A construção de figuras geométricas no computador traz uma nova dimensão em relação às construções clássicas usando papel, lápis, régua e compasso. De fato, uma vez a figura construída, podemos manipulá-la livremente, testar sua construção, emitir conjecturas, medir, apagar, calcular, recomeçar... Terminada a figura, Cabri Geometry permite ocultar construções intermediárias, colocar cores, pontilhados, acrescentar textos. A figura está, então, pronta para ser difundida na Internet ou incorporada a outro documento. (...)

Nesse contexto, de um lado o arrasto, de outro lado, a habilidade de manipulação do *mouse* que permite a deformação das figuras, são os principais instrumentos por meio dos quais o projeto de interação de Cabri Geometre II se efetivará. É a partir dessas duas ações que os resultados, na figura em construção, serão obtidos e que os *feedback* verbais, grandes responsáveis por essa interação, ocorrerão. No caso do Cabri, esses últimos são importantes também na conformação das modalidades da experiência. Assim, o *feedback* verbal interpela o usuário não somente com enunciados que se referem a ocorrências operacionais, como também com aqueles que apontam ocorrências de conteúdo matemático não destinadas a dizer se o procedimento está certo ou errado e sim a chamar à realidade geométrica — no sentido de restringir as possibilidades de construção virtual, aquelas próprias das construções da geometria de referência euclidiana, enunciados esses capazes de remodelar um procedimento. A função preponderante do arrasto na proposta

³⁶ 2001-2004, versão revisada do Cabri Géomètre II. Acessível pelo *site* www.cabri.com

pedagógica do Cabri Géomètre II, cujo objetivo é propiciar condições visualização que permitam ao usuário identificar mudanças e transformações sofridas pelo estatuto geométrico das figuras, é descrita em seu manual como "útil para criar hipóteses" (TEXAS INSTRUMENTS, 1997, 1999). Conforme citado em outro manual do programa (CABRILOG: 2003), o respeito a um "comportamento matemático mais plausível" é um dos fatores que conceituam o *software* e que vão, por conseguinte, moldar seu perfil de abordagem e as modalidades de experiência por ele propiciadas. Souza (2001: 93), numa análise do emprego do Cabri Géomètre II num contexto de elaboração de projetos de ambientes para Educação à Distância, ressalta: "A manipulação de objetos geométricos de base, no ambiente CG, flexibiliza a interação do aluno com esse meio, numa situação de ação, na medida em que o obriga a fazer escolhas e a tomar decisões". Como veremos na parte 7 [dispositivos de abordagem], se a visualização do efeito da manipulação de figuras geométricas para posterior elaboração de conjecturas (cf. CABRILOG, 2003; SOUZA, 2001) é o grande motor da proposta pedagógica do Cabri Géomètre II, é importante ressaltar que o respeito a princípios geométricos parametriza essa experiência de visualização. É preciso lembrar também que faz parte das modalidades de experiência do programa o permanente embate entre o que se vê e o que realmente ocorre geometricamente.

Já no caso do SuperLOGO 3.0, as habilidades de manipulação com o *mouse* são exigidas apenas para a operação da interface do programa no que diz respeito à seleção de itens no menu. As principais operações do programa serão executadas a partir da digitação de códigos de programação no editor de comandos, o que demanda uma compreensão da linguagem de programação da tartaruga. Vale ressaltar, que até para uma organização da tela, para a limpeza de alguns passos executados, por

exemplo, o usuário deve saber traduzir o que deseja fazer em programação, pois certos elementos, por exemplo, só poderão ser apagados mediante a ação da tartaruga. Não existe a modalidade de seleção direta via *mouse*. Nesse aspecto, entra em cena a sintaxe utilizada na definição das principais primitivas da linguagem LOGO, baseadas nas noções de posição e direção, fundamentais na proposta do *software*: (para frente, para trás, para direita, para esquerda). Veremos que a linguagem que orienta essas primitivas principais se faz na relação direta com o procedimento: onde a preposição "para" anuncia o avanço numa mesma direção ('pf 30' significando 'para frente 30 passos') e os parâmetros que indicam a medida ângulo com que a mudança de direção será feita ('pd 30' significando "para a direita 30 graus). Uma primeira noção que deve ser compreendida pelo usuário (e um direcionamento pedagógico em cima dessas características do programa é suficiente para tal), é a diferença qualitativa entre os parâmetros que orientarão as mudanças de posição (quantos passos) e as de direção (ângulos). Uma compreensão sobre as diferentes naturezas de parâmetros é necessária também no exame de outros parâmetros. O fato de as principais primitivas do programa terem sido delineadas em relação direta com o comando a ser ditado torna os comandos de fácil assimilação, como é o caso das noções necessárias para que a tartaruga seja capaz de modificar o resultado visual da trajetória que desenvolve na tela: "uselápis", "usenada", "useborracha", "apareçatartaruga" ou "desapareçatartaruga". Esse princípio de proximidade entre o comando desejado e seu código estabelece as bases para que o próprio usuário entenda essa linguagem, definindo novos procedimentos, utilizando sempre de nomes que lhe sejam significativos ou, no mínimo, de fácil associação. Como veremos no item 7 (dispositivos de abordagem), essa modalidade da experiência propiciada pelo conceito

do SuperLOGO 3.0 resulta num processo de aprender aberto a todo o momento para que o aluno, ao descrever os procedimentos desejados, analise e depure o que está fazendo (VALENTE, 1993: 56).

E para a execução com sucesso desse processo de programação, o SuperLOGO 3.0 mobiliza um tipo de experiência bastante particular, baseada numa espécie de consciência que se refere a movimento e a orientação. Isso porque o principal atributo da tartaruga não é sua cor, ou sua forma. Os principais atributos da tartaruga a serem explorados pelo aluno são sua orientação e a extensão de seu deslocamento. Mandar a tartaruga desenhar algo, por exemplo, significa o aluno projetar o movimento de seu próprio corpo (no chão, por exemplo) para fazer esse desenho e descrever o movimento a ser executado pela tartaruga. Assim, o tipo de experiência cognitiva que o SuperLOGO 3.0 oferece ajuda o aluno a refletir e a obter *insights* sobre a maneira como se move no espaço, o que Papert (1988: 81) chamou de *body geometry*, "um ponto de partida para o desenvolvimento de conexões com a geometria formal". O método para que o usuário obtenha e saiba lidar com esses *insights* é, segundo o autor (idem: 82), o estabelecimento de conexão firme entre atividade pessoal e criação de conhecimento formal.

Em relação à exploração de conteúdos matemáticos (a saber, a construção de polígonos [geometria básica] e no entendimento da noção de ângulo, por exemplo³⁷), o tipo de experiência que o SuperLOGO 3.0 mobiliza diz respeito a capacidade de descrição de pré-requisitos para o cumprimento de uma trajetória, tornando-se

³⁷ Com base nos depoimentos colhidos quando das conversas sobre o uso de *software* educativo para a definição da amostra desta pesquisa. (Ver capítulo 3).

necessário que o aluno elabore uma projeção subjetiva, que dará a ele condições de formular o parâmetro para a tartaruga.

3.4- Dispositivo informacional

O **dispositivo informacional** representa as possíveis relações entre os elementos de informação, que podem estar dispostos de forma linear ou em rede (LÉVY, 1999: 62-63). Sabemos que a estrutura hipertextual de um *software*, tomada por diferentes nós de informação, é própria também a um dicionário ou a uma enciclopédia. Nessa perspectiva, Lévy ressalta que as possibilidades que dizem respeito ao dispositivo informacional e que seriam exclusivas do ciberespaço seriam o "mundo virtual" e a "informação em fluxo".

Destacamos os dispositivos informacionais como categoria importante neste trabalho não com o intuito de avaliarmos simplesmente se os programas em análise exercem ou não as possibilidades do mundo virtual ou da informação em fluxo. O que percebemos é que grande parte dos infoprodutos já amplamente popularizados, tais como a maioria dos *software* dos sistemas operacionais mais populares (dentre os quais os *software* educativos), mesclam características informacionais que vão da hipertextualidade típica do impresso (chegando a reproduzir circuitos fechados de informação como os adotados nos primeiros programas de instrução programada) até as possibilidades mais interativas na estruturação de sua arquitetura da informação. Trata-se de estruturas flexíveis de organização da informação; presença de fluxos retomáveis de acordo com a demanda; estruturas que informem permanentemente o *status* do sistema, de acordo com a operação realizada por um usuário, etc.. É necessário ressaltar, entretanto, que esses infoprodutos mais largamente popularizados ainda não foram capazes de levar sua estrutura rumo a uma radicalização das possibilidades do ciberespaço.

O dispositivo informacional, como categoria, é importante justamente por representar um parâmetro para se analisar como são exercidas as potencialidades dos programas em questão. Assim, deve-se detectar como articulam seus recursos em relação às potencialidades de estruturação de uma abordagem interativa e reconhecer em que medida avançam rumo à adoção de uma estrutura cada vez mais aberta e interativa. Destacamos alguns itens principais que poderão ajudar-nos a compreender o caráter (por vezes conservador, por vezes sintonizado com perspectivas de exploração das potencialidades da mídia) híbrido do dispositivo informacional dos *software* em questão:

- formas de imersão do usuário;
- estatuto da imagem quanto à virtualidade;
- possibilidade de atualização dos dados correntes de acordo com a situação;
- possibilidades de personalização de comandos ou atividades (escolhas dos nós de informação ou de controles disponíveis);
- navegabilidade (possibilidade do estabelecimento de percursos originais, possibilidade de se desfazer uma ação, etc.);

A possibilidade de imersão do usuário é radicalizada nas chamadas "realidades virtuais", as quais, segundo Lévy (1999), compõem a modalidade mais forte na escala dos "mundos virtuais". A realidade virtual prevê que o usuário tenha a sensação física de estar imerso no ambiente composto por determinado banco de dados virtual, num contexto em que a ativação das diversas modalidades perceptivas ajuda a fortalecer essa sensação durante a interação. Um exemplo seriam os jogos em que haja a completa subjetivação dos controles disponíveis, como os *games* que reproduzem na

tela a imagem do jogador e dispensam *joysticks*, sendo o controle realizado por meio da leitura do movimento do próprio usuário por uma câmera. Outro exemplo residiria nas formas de visualização, em que se adota câmera e enquadramentos câmera subjetivos.

Entretanto, os mundos virtuais podem ser estruturados em outros graus de virtualidade menos radicais, como os sistemas que não chegam a criar essa imersão sensório-motora, mas em que há algum tipo de correspondência entre o ambiente representado e a realidade do usuário, ou nos quais o usuário tenha um representante (de si mesmo ou de sua situação num determinado esquema). Lévy (1999:72) enquadra, nessa categoria, situações como a criação de "espaços físicos e não-físicos, do tipo simbólico ou cartográfico, que permitam a comunicação por meio de um universo de signos compartilhados". É possível agregar a esta categoria modelos abstratos ou não e outros esquemas semiotizados de representação que abram mão da simulação tridimensional de espaços físicos. Os diferentes graus de virtualidade são parâmetros de análise das novas condições de experiência criadas por sistemas informáticos cada vez mais cheios de possibilidades. Entretanto, a noção de virtualidade, em sentido mais fraco, pode ser estendida a qualquer sistema informático em que as imagens, por exemplo, sejam dotadas de certa virtualidade pelo simples fato de serem representadas na tela mediante um conjunto de cálculos computacionais, ou seja, mediante a tradução de um código binário. Esse grau de virtualidade pode aumentar se essa imagem não estiver estavelmente depositada na tela do computador, passando a ser calculada em tempo real por um programa a partir de dados e programação específicos (73). Em relação às possibilidades do suporte informático, esse é um parâmetro interessante para se analisar a o perfil dos sistemas informáticos

com os quais lidamos no dia-a-dia. Entretanto, esses sistemas com certeza não encarnam somente um sentido de virtualidade, não sendo possível enquadrá-los de maneira definitiva. Cada uma das funções exercidas por esse tipo de sistema pode encarnar diferentes graus de virtualidade, dependendo da relação com os dados de entrada, saída e atualização da imagem na tela (a imagem é o tópico principal dos *software* educativos usados no ensino de matemática que ora analisamos), das formas de navegabilidade, da maleabilidade das estruturas de informação.

Podemos considerar o trânsito do SuperLOGO 3.0 por uma categoria intermediária de virtualidade, em que o usuário possui a tartaruga como seu representante no ambiente do *software*; enquanto tal, a tartaruga efetivará determinados procedimentos de acordo com a sua descrição destes, a ser feita pelo usuário, gerando contingências virtuais que se atualizam na tela mediante uma sucessão de novos cálculos. Esse caráter de virtualidade transita entre a virtualidade informática e a virtualidade no sentido do dispositivo informacional (LÉVY: 1999, 70-74), não somente por oferecer dados gravados na memória do computador, mas por comportar também possibilidades de novos arranjos e cálculos que trarão implicações na estrutura de informação do *software*. Assim, a tartaruga executa procedimentos ditados pelo usuário, em que se usa uma sintaxe que tenta manter um elo entre o comando e a realidade, sendo possível fazer analogias entre o movimento por ela descrito na tela e os correspondentes àquele movimento no mundo real. O caráter das imagens, no caso do SuperLOGO 3.0, assume sua porção virtualmente informática (LÉVY, 1999: 74), ou seja, existe enquanto resultado de um cálculo computacional, mas é passível de atualizações sucessivas na memória do programa, em função dos resultados das sucessivas atualizações na programação da Tartaruga. Segundo o autor,

uma imagem é tanto mais virtual quando sua descrição digital não está na tela e estável na memória do computador, mas "quando é calculada em tempo real por um programa a partir de um modelo e de um fluxo de dados de entrada" (LÉVY, 1999: 74).

No caso do Cabri Géomètre II, as imagens geradas também são virtualmente informáticas, tornando-se mais radicalmente virtuais a partir da manipulação direta dos objetos, em que novos cálculos também passam a ter de ser executados em tempo real não somente para darem novo efeito à imagem manipulada, mas também para fornecer os *feedback* de texto necessários.

As possibilidades de atualização dos dados correntes de acordo com a situação, no SuperLOGO 3.0, considerando o desempenho gráfico da tartaruga na tela como o grupo de dados principal, são plenas, mediante alterações que são feitas no texto da programação. A tartaruga tem potencial para assumir diferentes direções e posições na tela, dentro do plano bidimensional, lidando com diferentes atributos (cores e largura de pincel, cores de fundo, etc.). Pode haver também alterações nas formas de visualização mediante a introdução de novas escalas de *zoom*, e alguns itens de apresentação da interface principal do *software* podem ser modificados, tais como as fontes das janelas gráficas e de comandos. Os *feedback* textuais aparecem de acordo com o comando dado à tartaruga para informar sobre problemas, como a falta de parâmetros ao procedimento solicitado.

No caso do Cabri Géomètre II, a atualização dos dados na tela pode ser feita pelo usuário mediante a manipulação da figura por parte do usuário. O Cabri tem ainda outros dispositivos de atualização simultâneos à manipulação que se faz da imagem. Os boxes de medidas, por exemplo, podem variar acompanhando a manipulação da

figura. Também os *feedback* textuais aparecerão ou não com a manipulação da figura e do tipo de ferramenta ativada.

A Engenharia de Usabilidade avalia essas possibilidades dentro da heurística "Recursos computacionais", que diz respeito, dentre outros fatores, à "apresentação interativa das informações".

A possibilidade de personalização de controles e nós de informações dentro do *software* é também um fator capaz de qualificá-lo quanto ao dispositivo informacional. No caso do SuperLOGO 3.0, é impossível a personalização do menu principal com o objetivo de ativar ou desativar controles disponíveis. Considerando que os controles disponíveis no menu dizem respeito a procedimentos operacionais (salvar, imprimir, *zoom*, salvar ou abrir como bitmap, formatar tela de fundo, caneta e fontes, ajuda, etc.), podemos dizer que eles não modificam a natureza das atividades que podem ser propostas com o SuperLOGO 3.0. Somente um plano pedagógico definido pelo professor pode determinar a natureza das atividades a serem desenvolvidas. Já no caso do Cabri Géomètre II, que se estrutura com base em ferramentas específicas de construção e manipulação de figuras, a possibilidade de personalização da disponibilidade dessas ferramentas se faz em termos de sua ativação/desativação e de seu agrupamento. Isso torna possível modificar a natureza das atividades a serem propostas, pois alteram-se as possibilidades de construção e manipulação das figuras. Esse tipo de possibilidade é abordada pela Engenharia de Usabilidade em heurísticas como a da Adaptabilidade, que prevê que um *software* pode se estruturar de maneira a se adaptar às necessidades, ao nível de experiência do usuário, tanto no que se relaciona ao uso e operação, quanto em relação ao próprio conteúdo a ser trabalhado (ATAYDE, 2003). Como o Cabri, apesar de ser um *software*

aberto, trabalha com ferramentas que traduzem ou mobilizam conceitos matemáticos, essa questão se coloca mais em relação a ele. A Engenharia de Usabilidade prescreveria uma tradução visual o mais clara possível das diferentes ferramentas, bem como a possibilidade de adequá-las ao desenvolvimento do usuário. Com efeito, o *software*, em certa medida, proporcionará essa flexibilidade, que deve ser aproveitada por parte do projeto pedagógico que vai envolver o uso do programa.

Tanto o Cabri Géomètre II como o SuperLOGO 3.0, programas abertos, estão estruturados de maneira a permitir o estabelecimento de percursos originais, não estando presos a roteiros específicos. Em particular, em ambos há a possibilidade de desfazer uma ação e refazê-la. No caso do SuperLOGO 3.0, o usuário deve dominar a linguagem de programação de modo a instruir a tartaruga no desfazer o procedimento anterior, seja usando a borracha, seja projetando um comando que, com uma nova ação, sobreponha-se e neutralize a anteriormente realizada. Entretanto, torna-se impossível a manipulação de traços isolados dentro de uma imagem, pois não há o recurso da seleção de pontos pelo fato de o programa não se destinar propriamente à manipulação de imagens, mas ao exercício da descrição de procedimentos e da criação de estratégias de comando de um agente — a tartaruga. O usuário pode salvar trechos de programação e reproduzi-los em um novo arquivo ou selecionar, com o comando "área ativa", um trecho da tela de trabalho a ser salvo, o que confere ligeira maleabilidade ao processo, não sendo necessário retomar toda a programação para aproveitar uma parte da imagem. No caso do Cabri Géomètre II, com o comando "Revisar construção", presente no menu de texto, o aluno pode tanto salvar sua construção, para usá-la depois, como retomar diferentes etapas num mesmo processo

de construção, visitando cada etapa, optando ou não por manter a figura em determinado estado. A partir daí, etapas posteriores não podem mais ser retomadas.

A Engenharia de Usabilidade trata desses aspectos da navegabilidade de um *software* em heurísticas como "controle e autonomia do usuário", que diz respeito à possibilidade de o usuário retomar ações, recuperar informações ou procedimentos já realizados e o acesso a etapas já percorridas, etc. (ATAYDE, 2003).

3.5- Dispositivo comunicacional

As formulações desenvolvidas por Lévy (1999), acerca dos **dispositivos comunicacionais**, também podem nos ser úteis no exame do perfil de abordagem dos *software* que ora analisamos. No caso do dispositivo comunicacional, o autor aponta como original das redes digitais a possibilidade de comunicação todos-todos em vez da emissão de mensagens aos chamados "usuários passivos e dispersos", possibilidade que pode resultar na criação de ambientes cooperativos de aprendizagem, capazes de implicações positivas para o trabalho pedagógico.

Dessa forma, serão úteis à nossa análise:

- a possibilidade de construção ou produção coletiva no ambiente do *software* ou as ferramentas extras que ele oferece para tal;

- a existência ou não de possibilidades de comunicação entre usuários em rede e quais as categorias de reciprocidade permitidas: um-todos, um-um, todos-todos.

No caso do SuperLOGO 3.0, o programa é estruturado de forma a dar condições a que usuários remotos troquem arquivos entre si, exigindo, porém, uma programação específica para atualizar esses recursos. Uma vez conectados, eles podem enviar e receber arquivos do programa e interferir na tela uns dos outros, graças a comandos como "aceiteconexão" e primitivas como "envie". Nesse aspecto, torna-se possível uma ação coletiva dependente de um planejamento específico de programação. O SuperLOGO 3.0 não oferece possibilidades de comunicação instantânea (mensagens de texto, por exemplo) agregada à interface do programa entre usuários em rede.

Instalado em rede, o SuperLOGO 3.0 permite o estabelecimento de um ambiente propício à criação e colaboração coletivas³⁸, que se viabilizará, na verdade, de acordo com as diretrizes pedagógicas do professor ou da escola. A programação necessária para que se obtenham as possibilidades de conectividade entre dois computadores que usam programa, entretanto, não é trivial e as primitivas, ainda que sigam os pressupostos gerais do programa (o que significa parâmetros cuja sintaxe oferece possibilidade de correlações menos ou mais fortes entre a linguagem e o comando que se deseja passar ao computador), já são bastante específicas. Assim, em geral, pode não ser pedagogicamente e operacionalmente proveitoso delegar essa função de configurar a conectividade entre as máquinas aos alunos, que estão ali num contexto de aprendizagem de Matemática. A escola, portanto, precisaria dispor de um técnico responsável por realizar uma programação que viabilizasse o trabalho coletivo no esquema de reciprocidade "todos-todos" com o SuperLOGO 3.0. Essa exigência acaba inibindo a exploração dessa possibilidade por representar mais uma etapa operacional na adaptação do programa ao uso com finalidades pedagógicas. A complexidade e os custos operacionais são fatores que, geralmente, restringem o uso pleno do *software* educativo ou de suas potencialidades.

O Cabri Géomètre II não oferece recursos explícitos para que um usuário possa interagir com a tela do outro. A partir do momento em que o programa é instalado em rede, o professor pode acessar os arquivos dos alunos e acompanhar as decisões na execução das atividades. Recursos de comunicação entre usuários não são, igualmente, agregados à interface.

³⁸ Que é, inclusive, mais uma heurística da Engenharia de Usabilidade: Adaptabilidade - Ambiente cooperativo. (ATAYDE, 2003)

Assim, uma reflexão sobre as possibilidades do Cabri Géomètre II e do SuperLOGO 3.0, em relação ao dispositivo comunicacional, permite considerar que ambos os programas, pelo fato de serem abertos e passíveis de instalação em rede, possuem um potencial para a instauração de uma prática coletiva e cooperativa entre os participantes.

Entretanto, é preciso distinguir as possibilidades de cada um em relação ao dispositivo comunicacional e na relação com a mensagem: o SuperLOGO 3.0, no que se refere à troca de arquivos entre os participantes remotos mediante programação, pode viabilizar um esquema de comunicação interativa baseado em *mensagem linear não-alterável em tempo real*, entre dois ou mais participantes, categoria assinalada por Lévy (1999:83) em sua análise dos diferentes tipos de interatividade em relações comunicativas. Nesse caso, apesar de propiciar o recebimento e o envio de arquivos, o programa não converte sua interface em um editor/difusor de mensagens.

Quando o *software* permite programações que permitem o compartilhamento de telas entre usuários conectados em rede, passa-se a uma situação contínua de *implicação do participante na mensagem*, uma vez que as imagens da situação comum em que se encontram se tornam permanentemente renegociáveis a partir da ação de cada participante, como num *game* coletivo.

No caso do Cabri Géomètre II, não é possível a interação entre as telas dos participantes, e as possibilidade de trocas de mensagens tendo por suporte a própria interface do programa; não é possível, também, a transmissão de arquivos entre usuários remotos com ou sem uma interface específica para tal. Entretanto, a partir da instalação em rede local, dá-se a possibilidade de monitoramento da trajetória dos alunos pelo professor, do compartilhamento de arquivos e visualização do percurso do

trabalho realizado por cada participante, da revisão de decisões e trajetórias tomadas, etc. Nesse sentido, e isso também acontece no caso do SuperLOGO 3.0, a existência de documentos acessíveis e manipuláveis por parte de todos os participantes da rede (a rede local da escola) traz uma situação de organização do trabalho coletivo que se aproxima do tipo de relação com a mensagem que Lévy (idem) definiu como *interrupção e reorientação do fluxo informacional em tempo real*. A manipulação desse arquivo por parte dos participantes, ainda que não seja permitida a todos simultaneamente (as redes convencionais, montadas em escolas e empresas, por exemplo, costumam estar equipadas com dispositivos de controle de alteração de arquivos compartilhados, baseando-se em critérios como ordem cronológica do início de manipulação), é capaz de reordenar o fluxo das discussões, dos consensos e das próprias atividades propostas em relação ao conteúdo daquele arquivo. Ou seja, ainda que as possibilidades de alteração do arquivo em tempo real não sejam acessíveis a todos os alunos no mesmo instante, a existência de um arquivo comum, passível de alterações sucessivas, agrega interatividade ao processo, trazida pela virtualização da informação (sujeita a freqüentes atualizações mediante uma potência considerável de cálculo computacional), e pela acessibilidade por parte de todos os participantes da rede em questão. Isso acontece se houver um planejamento pedagógico voltado para a materialização dessas possibilidades abertas de construção coletiva do conhecimento matemático.

Se listarmos algumas das recentes discussões sobre as diretrizes para o uso de novas tecnologias no ensino de Matemática, encontraríamos diferentes temas ou questões, como os que se seguem:

- da preocupação com o tipo de implicação resultante da relação alunos-tecnologia ou pesquisador-tecnologia no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático, em que a formulação e a enunciação de conjecturas e a revitalização do método de tentativa e erro aparecem como possíveis resultados do trabalho pedagógico com novas tecnologias (BORBA, 1999);

- das novas apropriações do construcionismo de Seymour Papert para o ensino de Matemática, considerando a possibilidade de elaboração de projetos norteados pelas cinco dimensões básicas do construcionismo (pragmática, sintônica, sintática, semântica, e social³⁹), resultando em atividades pautadas no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, descrito por Papert (MALTEMPI, 2004);

- dos desafios e das possibilidades que o uso de novas tecnologias apresenta ao professor de Matemática acostumado a trabalhar num esquema de alta previsibilidade e que ainda se assusta com o "novo" instaurado pela disponibilidade de novos recursos proporcionados pela mídia. Em relação a esta última questão, Penteadó (2004) considera a importância da qualidade da formação desses profissionais para que haja uma adesão consciente e eficaz ao trabalho com novas tecnologias, formação que favoreça uma postura ativa e investigativa por parte do docente e que o estimule a agir e pensar coletivamente.

Considerando essas e outras perspectivas atuais de enfoque no ensino de Matemática mediado pelas novas tecnologias, é possível considerar que a potencialização da capacidade de concepção e organização do trabalho coletivo é uma importante premissa que pode agregar elementos à concretização da filosofia de cada um dos programas: a de testar hipóteses e formular conjecturas, no caso do Cabri

³⁹ MALTEMPI, 2004: 267-268.

Géomètre II, e a de levar o usuário a construir procedimentos de aprender a aprender, estando engajado na construção de artefatos sobre os quais possa refletir por meio da descrição do pensamento, como quer o SuperLOGO 3.0. Nesse aspecto, enfatizamos que unir aplicativos em torno da expansão da capacidade de comunicação autônoma seria um avanço interessante na concepção e engenharia de *software* educativo. Dessa forma, acompanhando as reflexões sobre a digitalização de meios e modos de produção simbólica, pode-se concluir que o avanço, no caso de *software* educativo, por exemplo, não se faz necessariamente de forma a sofisticar o processamento de imagens (do bidimensional para o tridimensional, ou uma ampliação das capacidades de resolução), mas na ampliação da conectividade do usuário, seja com outros usuários do mesmo ambiente virtual, seja com outros programas, seja na ampliação da capacidade de leitura de diferentes formatos de arquivos. Esse tipo de expansão diz respeito, portanto, a uma ampliação da inteligência do próprio sistema, dando ao usuário, conseqüentemente, condições seu uso inteligente e colaborativo, em que ele não está mais numa condição de receptor passivo ou pesquisador solitário. Esse é um dos propósitos da convergência de funções nos ambientes digitais, capaz de modificar as relações que se travam entre as pessoas e entre as informações que circulam no ambiente escolar. Negroponte, 1995, antecipa esse diagnóstico, apontando as "mudanças na distribuição da inteligência" como passo evolutivo na trajetória das mídias após a digitalização. Nesse contexto, a evolução das mídias acabaria por permitir que elas próprias passassem a agregar mecanismos para ajudar o usuário a personalizar seus processos de leitura e fruição; mecanismos de seleção e procura de informações específicas, o que inclui, no caso do *software* educativo, possibilidades de comunicação entre diferentes usuários participantes de uma mesma rede no intuito de

trocar idéias, discutir, formular os mais variados diagnósticos sobre o que estão estudando. Todas as possibilidades de oferecimento ao usuário de mecanismos de apropriação diferenciada da informação e expansão desse processo (o que se dá com a comunicação, por exemplo), deslocam a Inteligência, que deixa de ser exercida apenas pelo emissor de informações (o programa), passando a ser produzida ou mobilizada pelo 'receptor' (o usuário), como sugere Negroponte. Nesse aspecto reside a importância do dispositivo comunicacional como importante parâmetro de análise das possibilidades pedagógicas dos infoprodutos educativos.

3.6 - Dispositivos de memória e extensão

Já falamos da conectividade como importante função em um *software* educativo, não só em redes locais, como também em relação à própria internet. Mas há outros aspectos da constituição de um *software*, até mesmo anteriores à questão da conectividade com outros programas ou hiperdocumentos, que são de extrema importância, como, por exemplo, a possibilidade de registro e entrada de dados. Tanto o Cabri Géomètre II quanto o SuperLOGO 3.0 permitem essa entrada. No caso do SuperLOGO, o trabalho do usuário pode ser salvo no formato de arquivo típico do programa (*.LGO) ou, salvando determinada área ativa a partir da seção "bitmap", em formatos de imagem *.BMP ou *.GIF. Formas alternativas de armazenamento do *script* de um programa também são possíveis, bastando que o usuário copie o texto do programa que lhe interessar na janela de comandos e armazene em um bloco de notas ou editor de textos. Foram encontrados alguns problemas para se abrir arquivos no formato *.LGO nas diferentes versões consultadas para a elaboração deste trabalho.

Assim, não ficou claro se, na prática, é possível retomar a lista de programação de um arquivo*LGO ou apenas o resultado gráfico da programação anteriormente executada. No caso do Cabri Géomètre II, os arquivos podem ser salvos nos seguintes formatos: arquivos de figura (.FIG); arquivos de figura para DOS (*.FIG); e arquivos de texto (.TXT). No caso de arquivos de texto, é interessante notar que, se o usuário salva uma figura no formato texto, o programa salva uma descrição numérica da figura em termos de medidas, coordenadas e outros parâmetros. Se desejar, o usuário pode abrir essa descrição em outros editores de texto. Mas, se ele abrir esse arquivo de texto com o Cabri, o programa faz a tradução da descrição, exibindo-o como figura. Essa modalidade de intercâmbio entre linguagens e programas pode facilitar o intercâmbio e o armazenamento de arquivos do Cabri. É interessante notar também que o programa possibilita o registro de itens de configuração, que, uma vez registrados no disco rígido, podem ser abertos a qualquer momento pelo programa, cada um em seu respectivo formato de arquivo. São eles as macros (.MAC), os itens de menu (.MEN), preferências (.INI), idioma (.CGL).

Tanto o Cabri Géomètre quanto o SuperLOGO 3.0 possuem dispositivo para impressão dos dados. No caso do SuperLOGO 3.0, a área de impressão é definida pelas coordenadas lançadas na "área ativa". No caso do Cabri Géomètre II, o usuário pode monitorar os itens a serem impressos por meio do comando "mostrar página".

O fator mais importante da entrada de dados por meio do salvamento de arquivos, em ambos os programas, diz respeito ao fato de se retomar o trabalho, independentemente do grau de avanço determinado por qualquer parâmetro externo como a definição de uma tarefa, por exemplo. Tal fato define o caráter principal do *software* aberto, bem como um caráter importante das mídias informáticas: a

possibilidade de manipulação da informação em diferentes etapas, e de retomadas e alteração do fluxo da construção do arquivo. A possibilidade de impressão dos dados, por sua vez, representa a oportunidade de se transpor o produto da ação do usuário no suporte impresso, ampliando as maneiras de disseminação do produto ali elaborado.

3.7- Dispositivos de abordagem

Com **dispositivos de abordagem**, queremos nos referir à maneira como o *software* irá utilizar recursos computacionais, gráficos e verbais na composição de sua abordagem. Aqui se pode identificar as metáforas escolhidas para o gerenciamento da informação, verificar se é específico o tratamento dado à Matemática, e o tipo de proposta cognitiva que é feita ao usuário.

Algumas categorias úteis na construção dessa análise são definidas pelos seguintes elementos (alguns deles já, de certa maneira, contemplados nas análises desenvolvidas nas seções anteriores deste capítulo):

- os que compõem a **experiência** do usuário no trabalho com o *software*;
- os presentes nas opções de **diálogo que se estabelece com o usuário** durante a operação;
- os relativos ao **tratamento conferido à Matemática ou à concepção de Matemática que assume ou veicula**, para o caso de o *software* abordar a disciplina de maneira direta.

Em relação à construção da experiência do usuário, nossa reflexão retoma importantes formas de operação propostas pelo programa: o arrasto, a manipulação direta e a observação, no caso do Cabri; a descrição do pensamento, por meio do domínio de uma sintaxe específica e do estabelecimento de determinadas analogias, no caso do SuperLOGO 3.0. Os estatutos da **simulação** e da **realidade virtual**, ao configurarem os tipos de experiência oferecidos pelo programa e ao influenciarem a construção do tipo de interatividade ali proposta, potencializam determinadas

vivências ao usuário, sendo também um fator de configuração da abordagem do programa.

Em relação ao diálogo estabelecido com o usuário, retomamos as funções dos textos verbais ou não, presentes na abordagem do programa.

Em relação ao tratamento dado à Matemática, um importante critério de observação é a relação entre os comandos e procedimentos matemáticos, e as demandas de conhecimento prévio⁴⁰ — que sugere o tipo de concepção que ele tem do funcionamento da própria Matemática e que é assumida pelo *software* — são feitas ao usuário para a leitura desses comandos. É interessante investigar também se a conjunção de situações desencadeadas durante a operação do programa, considerando, por exemplo, a imbricação dos vários tipos de *feedback*, revelam um perfil constante do tratamento dado à Matemática.

O âmbito da experiência, no SuperLOGO 3.0, no que diz respeito aos procedimentos-chave para a operação do programa, centra-se, como já dissemos, no domínio de uma sintaxe específica que embasará a escrita de comandos que consistem em descrições do movimento a ser executado pela tartaruga, em relação à distância e orientação. O método, proposto por Papert para reger a proposta de operação dos programas em LOGO, é, conforme já discutimos, o estabelecimento de conexão firme entre a atividade pessoal e a criação de conhecimento formal. E essa conexão é amparada na noção de micromundo, que embasa as propostas de investigação feitas para serem exploradas dentro do ambiente da tartaruga.

⁴⁰ Nível de adesão dessa concepção que o programa espera do usuário.

Nesse aspecto, o usuário, ao descrever o comando, tem em sua cabeça um *script* que ele espera que a tartaruga cumpra⁴¹. Se ela o cumprir, o usuário é capaz de estabilizar esse procedimento, revocando-o sempre que necessário para o desenvolvimento daquela tarefa, sendo que o aprendizado residirá na consciência que o usuário construiu sobre a antecipação, a execução e o resultado desse procedimento. Quando o esperado não ocorre, dá-se o que Papert chama de *bug*, isto é, a constatação de erros e imprecisões na programação e, com isso, a necessidade de refinamento da programação para a totalização das projeções idealizadas. Trata-se, muitas vezes do conflito (pedagogicamente fértil) entre o conhecimento intuitivo e o resultado prático de sua aplicação (177).

É, portanto, importante ressaltar a vocação filosófica dos ambientes LOGO para o trabalho com as teorias transitórias (PAPERT, 1988: 162), que não levam ao resultado esperado, mas que são importantes na trajetória de construção de uma nova explicação, que dê conta do fenômeno investigado. A noção de micromundo embutida na filosofia LOGO de aprendizagem consiste justamente na criação de um ambiente que ofereça possibilidades para a formulação das mais diferentes teorias sobre determinado fenômeno em investigação, dando espaço para estágios intermediários e teorias transitórias, num estilo cognitivo que busca "facilitar a conversa sobre o processo de pensamento" (PAPERT, 214-215), em que os *bugs* se tornem temas de conversa e investigação.

Os processos de construção mediada do conhecimento matemático possíveis a ambientes informatizados de aprendizagem ilustram o que Borba (1999) chama de

⁴¹ PAPERT (1988: 176) menciona esse *script* como as expectativas intuitivas que o computador permite que sejam externalizadas por meio do processo de programação.

resgate do método da tentativa e erro como procedimento cognitivo legítimo no fazer matemático, que pode aparecer e tomar vigor a partir da utilização do *software*. E o motor para esse resgate requer, no caso do SuperLOGO 3.0, um trabalho de projeção em que a visualização é um suporte *a posteriori* e não ocorre simultaneamente ao processo de elaboração da idéia matemática, de hipóteses e conjecturas. Como as projeções que o aluno deve fazer para reconstruir seu programa são mais autônomas em relação a uma necessidade de visualização simultânea, elas podem acontecer das mais diversas maneiras, envolvendo, por vezes, recurso ao lápis-e-papel, como também uso do próprio corpo.

Já no caso do Cabri Géomètre II, ocorre a manipulação direta e a observação das alterações causadas no objeto durante essa manipulação. Solicita-se a percepção, por parte do usuário, da variação nas relações entre os objetos. A relação entre a ação do aluno e seu resultado é imediata, calcada na imagem desde o início. Por isso, a projeção mental feita no ato em que ele decide manipular o objeto de determinada maneira tem *feedback* por meio da imagem e das possíveis questões que o programa pode devolver ao usuário em forma de texto, como já descrevemos. Nesse aspecto, abre-se também a possibilidade para o resgate do método de tentativa e erro conforme aventado por Borba (1999). Porém, a tentativa e o erro são configurados e reconfigurados no próprio ato da manipulação, resultando numa interação midiática coesa, menos recorrente à expansão do raciocínio em outros suportes.

Essa relação com o *feedback* instaura um modo próprio de construção cognitiva, analisada por Lévy, quando discorre sobre as possibilidades da simulação, que consiste num tipo de procedimento bastante comum em ambientes informatizados, especialmente abertos ao "conhecimento por exploração". Lévy (1993:121) coloca a

simulação como um novo gênero de saber, integrante da ecologia cognitiva informatizada. Como mecanismo de acesso aos efeitos de fenômenos inacessíveis à experiência imediata, a simulação interativa, atualmente integrada às funções dos mais diversos aplicativos e programas com base em complexas técnicas de modelagem, passou a fundamentar um novo e inédito conjunto de experiência de situações complexas. O ganho cognitivo, nesse caso, segundo Lévy (idem: 122), provém da "intuição sobre as relações de causa e efeito provenientes da manipulação de parâmetros e demais procedimentos envolvidos no processo de modelagem da situação". Assim, o autor aponta a simulação como ferramenta de suporte à imaginação, muito ligada ao processo cognitivo do delineamento de diferentes tentativas entrecortadas por erros eventuais e conseguinte remodelamento de táticas.

A simulação consiste, também, num meio de comunicação dessas situações de modelagem a partir da visualização, em tempo real, dos efeitos da manipulação de parâmetros. É nesse sentido que a simulação se tornou uma espécie de *modus operandi* de sistemas virtuais como determinados *software*. E, nesse aspecto, Lévy (1999:74) exemplifica diferentes sentidos de virtualidade presentes num sistema interativo, dos quais citamos:

- mundo virtual no sentido do dispositivo informacional: quando um sistema não apresenta aparato físico para imersão absoluta, mas em que se torna possível, por exemplo, uma espécie de interação por proximidade (em escala, ou por diferentes tipos de analogia, etc.) em que o usuário possa ter controle de um representante de si mesmo. O autor coloca nesse patamar as realidades virtuais e os RPGs e videogames.

- mundo virtual no sentido do cálculo computacional: considerando um nível de virtualidade mais fraco do que o anterior. Lévy enquadra nesse mundo os modelos

digitais atualizáveis mediante a renovação dos cálculos computacionais a partir de novas entradas. Encontram-se aqui os sistemas de hipertextos, bancos de dados, mesmo com menor ou maior grau de interatividade.

Esses parâmetros nos ajudam a observar os programas aqui estudados:

O SuperLOGO 3.0 trabalha o pressuposto da simulação de modo a atualizar imediatamente, por meio de representação gráfica, as alterações nos parâmetros ⁴² que o usuário insere mediante programação. Nesse caso, o programa permite que o usuário controle as ações de um ente, a tartaruga. Ainda que o usuário não a tome conscientemente como um representante de si mesmo, como acontece nos jogos eletrônicos, a descrição dos comandos a serem realizados por ela demanda o estabelecimento de uma projeção e da elaboração de analogias entre o movimento que ela descreve e os movimentos reais, que o usuário toma para a própria orientação. Mais do que a analogia em si, os ambientes LOGO, desde o início, incentivam a antropomorfização das metáforas (PAPERT, 1988: 96), que resultaram em primitivas como PARADIREITA, PARAESQUERDA. Essa projeção confere a esse tipo de simulação um grau mais efetivo de virtualidade, uma vez que a descrição do movimento traz a impressão de uma interação pessoal com a situação simulada. Esse grau pode ser tanto maior quanto for maior o grau de sofisticação do aparato tecnológico (3D em lugar de 2D, por exemplo) que reforcem a experiência sensorial pessoal.

No caso do Cabri Géomètre II, a simulação se faz em relação aos efeitos da manipulação dos objetos geométricos mediante atualizações sucessivas de cálculo

⁴² Orientação e posição da tartaruga na tela, no caso do uso padrão para o tratamento de questões da geometria elementar.

computacional, de acordo com as entradas fornecidas pelo usuário, ou seja, com os movimentos feitos com o *mouse*.

Nesse aspecto, cabe discutir o estatuto da virtualidade do ambiente criado por cada programa. O tipo de ambiente criado pelo SuperLOGO 3.0, por permitir atualizações constantes da situação do ente comandado, representada na tela em função da elaboração construídas mediante analogias com o próprio movimento (nesse ponto acontece o espelhamento), aproxima-se do que Lévy chama de virtualidade no sentido do dispositivo informacional. Diferentemente de universos interativos em que o usuário tem a sensação física de estar imerso na situação/no ambiente definido pelo *software*, muitos sistemas de simulação interativa virtuais, no sentido do dispositivo informacional, dependem de algum tipo de escala que irá parametrizar o grau de imersão e de semelhança entre o que se simula e o resultado dessa simulação. Permitem também, na definição dessa escala, o estabelecimento de analogias e a adoção de semiotizações e o tratamento de modelos abstratos de tal maneira que se possa chegar a um tipo de imersão em que o usuário recorra à experiência de sua situação e de si mesmo para operar o ente que ele passa a tomar como seu representante.

O explorador de um mundo virtual (não necessariamente "realista") deve poder controlar seu acesso a um imenso banco de dados de acordo com princípios e reflexos mentais análogos aos que o fazem controlar o acesso a seu ambiente físico imediato. (LÉVY, 1999:72)

No superLOGO 3.0, há um laço entre a tartaruga e o usuário, laço advindo da "analogia entre princípios e reflexos mentais" como coloca Lévy. E, nesse caso, a sintaxe de programação é mais um dos mediadores nessa simulação interativa da

comunicação com o programa, da intencionalidade do usuário e de sua consciência de si mesmo.

No caso do Cabri Géomètre II, em relação à discussão empreendida por Lévy, a virtualidade da simulação se aproxima do sentido do cálculo computacional, ou seja, um "universo de possíveis" que se descortina frente a um usuário a partir de um modelo digital e de entradas fornecidas por esse usuário. No caso do Cabri, há diversas formas de *feedback*, mas não há nenhuma projeção cúmplice entre o usuário e o objeto manipulável, que é lhe externo.

Esse modelo de construção da interatividade do Cabri Géomètre II justifica e embasa a filosofia de trabalho do programa, interessada em oferecer ao usuário novas possibilidades de descoberta e verificação de propriedades geométricas dos objetos por meio do mútuo suporte entre visualização e manipulação, em que o arrasto é a função operacional responsável por esse processo. Souza (2003: 93), num exame das definições teóricas do *software* delimitadas por Laborde & Capponi (1994), resgata a principal funcionalidade do Cabri Géomètre II para o estudo da geometria em relação ao lápis e papel: trata-se de ajudar o aluno a vivenciar com mais facilidade e dinamicidade a diferença entre **desenho** (mera representação visual de um objeto) e **figura** (construção desse objeto mediante pressupostos geométricos). A autora (93) ressalta ainda a possibilidade da manipulação como elemento que flexibiliza a interação do aluno com o universo das construções geométricas, favorecendo a elaboração de conjecturas, grande diretriz do programa.

Vemos, portanto, que a interação em curso com o usuário é uma das componentes dos dispositivos de abordagem de um programa de computador. Essa interação determina, por exemplo, o processo de cálculo automático que gerará as

imagens resultantes de acordo com suas possibilidades enquanto modelo digital. A interação desenvolve-se segundo diferentes graus de virtualidade, definidos, entre outras coisas, pelas modalidades de *feedback*, pelos estatutos da imagem e pelos dispositivos informacional e comunicacional.

Como outro elemento integrante do conjunto complexo de abordagem de um *software*, selecionamos os atributos e possíveis funções do texto, uma vez que os programas correntes, inclusive os educativos mais conhecidos no mercado, costumam seguir um modelo dual, em que o texto escrito sempre é eleito como forma preponderante de comunicação com o usuário em mútua relação de suporte com imagens, sendo os recursos sonoros ainda utilizados de maneira pontual na mediação dos comandos do *software*. Nesse sentido, uma compreensão dos dispositivos de abordagem se faz no exame das diferentes modalidades de interação com o texto que o programa impõe. Para isso, cabe investigar:

- se o trabalho com o texto transcende às demandas da navegação (leitura de opções de menu, comandos e *feedback*); se há necessidade de domínio de um léxico específico para a navegação;

- se o texto delimita o desenlace da própria operação com determinado objeto; se o texto define um conceito para cada objeto ou para a ação que o envolve, de acordo com parâmetros de observação próprios de um eixo norteador, no caso, a Matemática.

No caso do SuperLOGO 3.0, conforme já descrito anteriormente, as funções do texto, no ato da operação do *software*, transcendem à operação de navegação (leitura de comandos, itens de menu e *feedback*), passando a ter duas outras funções:

- inserir, na janela de comandos, a programação para que a tartaruga execute os comandos desejados.

- inserir caracteres (algarismos, palavras, símbolos) na janela gráfica por meio do comando "rotule".

O código que possibilita a movimentação da tartaruga e a inserção de textos, sons e outros elementos ao trabalho que está sendo realizado consiste na execução/criação de primitivas de comando. A decodificação dessa linguagem é uma condição para a própria operação do programa, e a manutenção de analogias fortes em relação ao comando que se quer criar podem se tornar uma condição para a expansão da capacidade de programação do aluno. Isso porque, se a expansão do trabalho com o LOGO assume uma disposição de associar e criar laços entre as projeções e idéias matemáticas desenvolvidas pelo aluno, de um lado, e suas necessidades reais, de outro, as chances de que ele se torne uma ferramenta pedagógica eficiente aumentam.

No caso do Cabri Géomètre II, o papel do texto constituindo e modificando a abordagem do *software* diz respeito a:

- procedimentos de navegação: operação/interpretação de comandos, menus, *feedback*;

- possibilidades de inserção de textos de etiquetas e comentários junto aos objetos na tela de trabalho.

No primeiro caso, não há impacto do texto modificando o tipo de abordagem padrão dos sistemas operacionais correntes, aos quais tanto o SuperLOGO 3.0 quanto o Cabri Géomètre II se assemelham bastante. A exceção que se faz diz respeito aos *feedback* verbais, que são bastante típicos do Cabri e que agregam um tipo particular

de interatividade ao processo de manipulação, servindo inclusive para enquadrar a operação em determinados parâmetros geométricos.

No segundo caso, tem-se a experiência de se digitar e manipular diretamente o texto via arrasto e fazê-lo interagir com outros objetos, possibilidades sintonizadas com a proposta operacional do programa. Assim, o aluno pode nomear cada elemento de suas construções, ou inserir comentários e marcações na própria tela de trabalho, que seriam retomados mais tarde, excluídos ou modificados num processo entrecortado por mensagens semelhantes às da manipulação dos objetos. Ex: "editar este texto?". No caso da inserção de medidas, seja de comprimento, área, coeficiente angular ou equação, que se faz com ferramentas específicas para tal, os valores são automaticamente atualizados quando da manipulação do objeto.

Em relação à ligação das ferramentas e *feedback* com procedimentos matemáticos, temos dois níveis de envolvimento:

No caso do SuperLOGO 3.0, a interface como um todo e as operações necessárias para a utilização do programa não apresentam referência direta a entes geométricos, considerando-se um contexto de ensino de geometria euclidiana básica, que é o que trouxe o superLOGO 3.0 para o nosso *corpus* de análise. As primitivas iniciais que possam fazer a Tartaruga cumprir uma trajetória geométrica guardam relação com as já mencionadas coordenadas de posição e orientação, em que se trabalha com noções topológicas e de orientação, que passaram a constar entre as habilidades a serem desenvolvidas numa proposta de ensino de geometria para iniciantes (Cf. Parâmetros Curriculares Nacionais — Matemática os conteúdos referentes ao bloco "Espaço e forma", proposto para o 1º e 2º ciclos). Nesse caso, a

referência a elementos matemáticos nas primitivas iniciais do programa diz respeito aos comandos para mudança de orientação, que possuem, como parâmetro, o ângulo que se deseja dar à mudança de orientação da tartaruga. A parametrização da medida do ângulo introduz noções geométricas mais sofisticadas, relacionada ao conceito rotacional de ângulo, ao conceito de medida e ao conceito de medida de ângulo.

Também no ato da expansão da linguagem de programação, a utilização de referências geométricas na composição dos nomes conferidos aos procedimentos promove níveis de familiaridade com a linguagem e a terminologia próprias da geometria. Ex: nomear de "quadradozentes" o procedimento "repita 4 [PD 90 PF 200]", ou de "arcocentoequarenta" o procedimento "repita 140 [PF 1 PD 1]". Entretanto, não será o sistema a monitorar a coerência das correlações de linguagem estabelecidas pelo usuário. O processo de ensino e aprendizagem de geometria, mediado pelo SuperLOGO 3.0, relaciona-se à descoberta de constantes que influem na construção geométrica do ponto de vista da vivência de relação entre ângulos e distâncias, vivência que se constrói na trajetória da tartaruga. Assim, podemos dizer que a efetivação de determinadas relações geométricas no SuperLOGO 3.0 ocorrerá a partir das propostas do plano pedagógico por trás das atividades: da vivência da noção de ângulo, ou das co-relações passíveis de serem feitas pelo usuário no processo de construção de diferentes figuras, etc.. Dessa forma, o programa não deixa de executar um comando da maneira esperada por falta de coerência de seu nome com a linguagem da geometria, mas, sim, por falta de parâmetros na descrição de determinado comando. Na projeção imprecisa de determinado movimento da tartaruga, revela-se a precariedade da descrição, por sua insuficiência ou pela incompletude da analogia. A resolução de impasses criados por um *bug* na programação remete a técnicas de

revisão e depuração da programação já elaborada, seja partindo-a em blocos menores, dentro de limites mais estreitos e compreensíveis (remetendo à idéia de programação estruturada, em que, ao se compartimentar a programação em unidades compreensíveis evita-se o risco da aparição de mais de um *bug* em um mesmo módulo [PAPERT, 1988: 131]), seja pesquisando, elaborando outras analogias ou expondo a questão a outras pessoas para se chegar ao elemento ou parâmetro que falta. Mais uma vez, revelam-se aqui as potencialidades e demandas de um trabalho coletivo no uso da mídia computacional.

Já no caso do Cabri Géomètre II, estabelece-se um tipo especial de coordenação entre a operação do programa e a necessidade de se respeitar a coerência entre a viabilidade do procedimento e as leis próprias do campo de conhecimento geométrico tomado como referência.. Isso se faz já na própria definição das ferramentas, agrupáveis em funções como as de construções geométricas, investigação de propriedades, investigação de relações entre objetos, estabelecimento de unidades de medidas ou equações. Porém, mais do que isso, a própria manipulação do objeto é parametrizada por pressupostos geométricos e determinadas ferramentas não funcionam caso a operação não se dê de acordo com esses pressupostos, ainda que, intuitivamente, haja a impressão de que determinadas construções são possíveis. Assim, o programa não permite que se construa uma circunferência a partir de um arco⁴³ do qual não se conhece o centro; a função reta paralela só funciona se houver outra reta, segmento de referência, identificando os pontos ou tomados como extremos de um segmento ou vértices de um polígono; a ferramenta ponto médio funciona

⁴³ Este é, inclusive, um exemplo citado em SOUZA, 2003 a respeito de dificuldades encontradas por uma turma de licenciatura na operação do Cabri Géomètre II, associada à dificuldade na compreensão do próprio conceito de circunferência.

apenas se há a identificação de dois pontos de referência, lados de polígonos ou entre pontos; a verificação de propriedades e relações acontece apenas entre determinados objetos em que caiba estabelecê-las, a exemplo da perpendicularidade, que somente pode ser investigada se houver a presença de retas, segmentos, semi-retas, lados de polígonos; não se pode construir um ponto sobre o outro, etc..

A abordagem do Cabri visa ainda demonstrar que o que parece coerente, no plano visual, não necessariamente é correto no plano geométrico. Assim, a estabilidade da figura (SOUZA, 2003:121) (figuras que "ao serem movimentadas, mantenham fixas as relações anteriormente estabelecidas entre os objetos") só se mantém se todos os itens são construídos verificando-se propriedades geométricas específicas. Uma manipulação posterior revelará se esses pressupostos se mantiveram. Em caso afirmativo, a estabilidade da figura se manterá inalterada. Será, pois, a própria avaliação do erro que levará à reflexão sobre os conceitos de construção daquela figura. Souza (idem 126-127), ao relatar os casos mais frequentes de dificuldades de operação com o Cabri Géomètre II por professores de Matemática observados em sua pesquisa, associa a dificuldade com o conceito como motivo para a dificuldade com a operação da figura:

Quanto aos conceitos de geometria abordados, os campos conceituais que pareceram menos compreendidos foram: circunferência e arco, perpendicularismo, bissetriz, simetria e divisão de segmentos. Como as alunas não possuíam bom domínio desses conceitos e também de suas construções geométricas, tiveram, também, dificuldades nos comandos do Cabri ligados a elas.

Entretanto, com o tipo de interatividade permitida pela manipulação-visualização, o programa permite que o usuário tenha ampla liberdade para testar as próprias hipóteses sobre as propriedades da figura. Isso confere à relação de aprendizagem uma autonomia de investigação que se estabelece justamente porque o

programa, ao comportar-se coerentemente com o edifício geométrico de referência, impede uma aleatoriedade na investigação. Há ainda uma outra possibilidade relacionada à produção do conhecimento matemático que se refere à articulação entre diferentes linguagens matemáticas. Com efeito, os recursos do Cabri Géomètre II permitem transpor para o suporte algébrico os fenômenos percebidos durante o ato de construção e manipulação das figuras. No entanto, não é a fluência no suporte algébrico a condicionante para que o usuário elabore suas próprias conjecturas acerca de fatos geométricos. A algebrização do tratamento geométrico se, por um lado permite grandes avanços no desenvolvimento e na utilização dos conhecimentos geométricos, revelou-se, no contexto da aprendizagem, como um dos fatores responsáveis pelo insucesso dos alunos ou pela inibição de um raciocínio geométrico. A relativa independência entre a investigação geométrica e sua tradução algébrica viabilizada pelos recursos do Cabri Géomètre II tem sido, pois, avaliada como uma das potencialidades da utilização do Cabri Géomètre II, em ambientes de ensino de Geometria, por estar em consonância com diretrizes para se conseguir que alunos e professores obtenham mais sucesso e prazer nesse estudo (USISKIM, 1994 *apud* SOUZA, 2003: 31).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou analisar aspectos constitutivos da abordagem de *software* educativos, utilizados nas salas de aula de Matemática, em escolas de Ensino Fundamental das redes pública e particular de Belo Horizonte, para refletir sobre a maneira pela qual eles se apropriam dos recursos da hipermídia, em particular, para levar a efeito seus propósitos pedagógicos. A partir de um levantamento inicial, que buscava detectar os programas utilizados nas escolas pesquisadas, o Cabri Géomètre II e o SuperLOGO 3.0 foram apontados como os principais títulos adotados.

Em última instância, a meta deste trabalho seria contribuir para a análise e a exploração do potencial do *software* educativo de Matemática, apresentando uma possibilidade de compreensão de sua abordagem e dos diversos elementos que a compõem. Esperava-se, assim, que os resultados das reflexões aqui desenvolvidas pudessem contribuir na percepção de maneiras de se avaliar e tirar proveito dessa abordagem no ensino da Matemática no Ensino Fundamental.

Os eixos cruzados na constituição da análise aqui realizada firmaram compromisso com pressupostos relativos a dois domínios que consideramos nossas "unidades de pesquisa" iniciais: o do repertório verbal e o do repertório visual presentes na constituição do *software*, pertencentes, portanto, ao universo da linguagem. Esses domínios poderiam ser, por si, objetos finais de análise, gerando um tipo específico de resultado. Entretanto, esses repertórios passaram a ser analisados na composição "impura" que estabelecem entre si e com outros fatores, revelando outros

tópicos importantes na construção da abordagem de um *software* educativo. O primeiro desses tópicos seria a identidade visual do *software*, ou seja, sua maneira específica de composição como totalidade. A hierarquização de informações (e conteúdo, de navegação, de operação) e as possibilidades de adaptação nessa hierarquia podem ser considerados o segundo tópico dessa construção de abordagem. Considera-se também, neste tópico, a maneira de estruturar todo esse conjunto de unidades de informação, tendo em vista as possibilidades do suporte hipermediático. Isso diz respeito ao uso de recursos típicos da hipermídia na construção da abordagem, o que associamos ao problema da **interatividade**. Como terceiro tópico, aponta-se sua maneira específica de favorecer, em função da composição entre os diversos elementos da abordagem, determinadas modalidades de experiência, somente perceptíveis a partir da operação do programa e dificilmente capturáveis em sua totalidade. Finalmente, como último tópico, registramos sua maneira de possibilitar o registro de dados, física ou virtualmente.

Contemplando os tópicos acima, que se relacionam e influenciam mutuamente na composição do programa, fizemos, em sintonia com diversas perspectivas teóricas, um recorte para possibilitar esta análise, o que gerou as categorias: **estímulo a diferentes modalidades perceptivas; arquitetura da informação; modalidades da experiência; dispositivo informacional; dispositivo comunicacional; dispositivos de memória e extensão; dispositivos de abordagem.**

Pudemos observar que ambos os programas organizam sua arquitetura da informação de forma a manter certo grau de semelhança com sistemas operacionais já conhecidos, em que são mantidas ferramentas de operação geral (abrir, salvar, etc.) e de navegação (níveis de *zoom*, formas de visualização, etc.) em menus de texto. Nesse

aspecto, notamos que a principal diferença é que o SuperLOGO 3.0 não utiliza imagens como forma de apresentação de nenhuma função, enquanto o Cabri Géomètre II o faz para apresentar seu conjunto de ferramentas específicas. Essa diferença está ligada à própria estruturação das modalidades da experiência de cada *software*: o SuperLOGO 3.0 visa exercitar uma linguagem de programação, e, em função disso, não há comandos específicos a serem acessados diretamente. O Cabri Géomètre II visa possibilitar a criação/manipulação de figuras geométricas por meio justamente de ferramentas específicas de construção. As principais diretrizes do SuperLOGO 3.0 se fazem na observação da trajetória da tartaruga. O Cabri, por ser um programa que pretende proporcionar o exercício de determinadas construções geométricas, baseia suas modalidades de experiência na manipulação direta do objeto via arrasto. Portanto, uma diferença entre eles seria o tipo de mobilização realizado no ato da elaboração de conjecturas para a operação de cada programa: a percepção de relações geométricas via visualização *x* a necessidade de projeção anterior para se conferir o resultado.

Essas são maneiras distintas para a formulação de hipóteses matemáticas proporcionadas por cada programa, fornecidas pelo contato com o outro, ou seja, pela possibilidade de interação com as outras hipóteses, em que os *bugs* ou o acerto tornam-se tópicos de conversas, ou, segundo Papert (1988:215) "desenvolvimento de uma linguagem articulada e focalizada, usada para pedir ajuda quando necessário". Como vimos, tanto o Cabri Géomètre II como o SuperLOGO 3.0, por serem programas abertos, instaláveis em rede, possibilitam o estabelecimento de um processo de *criação e análise coletivas*. Entretanto, esse processo não se radicaliza por não ser possível o compartilhamento de telas e a incorporação, na própria interface do programa, de formas de comunicação instantânea entre usuários, o que caracterizaria um processo de

comunicação "todos-todos" em tempo real. Uma possibilidade interessante seria que programas desse tipo agregassem à própria interface dispositivos de comunicação (editor de mensagens de texto ou imagem, por exemplo), o que traria maior coesão à proposta interativa do *software*, ou seja, uma convergência às potencialidades educativas da mídia. Ainda assim, é importante destacar que Papert (1988:216) chamou de "associações para a aprendizagem" justamente a possibilidade de esse programas estarem abertos ao uso em rede. A partir dessa discussão, podemos depreender que os meios computacionais oferecem uma interessante oportunidade para os educadores, por se tratarem de "tendências culturais dinâmicas como meio de atingir suas intervenções educacionais" (216), tendências culturais que envolvem justamente a criação de oportunidades exclusivas para o exercício da intersubjetividade e do compartilhamento de experiência, mais do que de informações.

No sentido da criação de possibilidades de experiência, analisamos as novas mídias educativas como espaços abertos à construção de diferentes projetos de desenvolvimento comunicativo e pedagógico, adaptáveis às demandas das partes envolvidas. Adaptáveis de uma maneira que não foi possível a nenhuma outra mídia precedente, uma vez que essa adaptabilidade reside na própria materialidade do objeto via estabelecimento de uma arquitetura da informação flexível e da articulação particular de dispositivos informacionais e comunicacionais. SANTAELLA (2001: 79), ao descrever o panorama de pesquisa referente ao ciberespaço, às tecnologias informáticas e às adaptações que promovem no universo da comunicação de massa, salienta o surgimento de novos parâmetros para se analisar a Comunicação, ou, como na apropriação realizada neste trabalho, os fenômenos comunicativos que compõem o ambiente educacional, dentre os quais o da produção de material didático:

A partir dos aspectos civilizatórios, tais como novas estruturas de comunicação, de regulação e de cooperação, linguagens e técnicas intelectuais inéditas, modificação das relações de espaço e tempo, etc., o mais importante está no fato de que a forma e conteúdo do ciberespaço ainda estão especialmente indeterminados. Diante disso, não se trata mais de raciocinar em termos de impacto (qual o impacto das infovias na vida econômica, política, cultural, científica?), mas em termos de projetos.

Não se trata de substituição de tecnologias; entretanto, os avanços tecnológicos demandam constantes reestruturações das estruturas institucionais que os abrigam (BRIGGS & BURKE, 2004). Dessa forma, se nossa reflexão se constrói num dos possíveis pontos de convergência entre os campos da Educação e da Comunicação, a saber, do âmbito da produção de material didático, as potencialidades de tecnologias de ensino com o *software* educativo de Matemática — das quais frisamos aqui principalmente a convergência da mídia educativa no instrumento que permitirá ao usuário não só o contato com conceitos matemáticos num meio altamente aberto à reorganização dos fluxos de informação, como também o contato entre os alunos e a construção coletiva — devem ser pensadas, sobretudo, no sentido contribuir para a transformação das próprias instituições envolvidas, em particular, instaurando outras práticas escolares, outros modos de se construir, proporem e partilharem abordagens para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Carlos Alberto. "A pesquisa norte-americana". In: HOHFELDT, Antonio, FRANÇA, Vera Regina Veiga. (orgs.) *Teorias da Comunicação*. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 119-130.
- ATAYDE, Ana Paula Ribeiro. *Metodologia de avaliação de qualidade de software educacional – MAQSEI*. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Ciência da Computação, 2003. (Dissertação de mestrado)
- BAKTHIN, Mikhail/VOLOCHINOV, V.N (1929). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1992. 6.ed.
- BAKTHIN, Mikhail (1952-53/1979). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOLTER, J. David (1991). "Seeing and writing". In: WARDRIP-FRUIIN, Noah.; MONTFORT, Nick.. *The new media reader*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003. p. 679-690.
- BORBA, Marcelo. "Tecnologias informáticas na Educação Matemática e reorganização do pensamento". In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 1999. p.p. 285-295.
- BORBA, Marcelo, PENTEADO, Míriam G. *Informática e Educação matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- BORBA, Marcelo, ARAÚJO, Jussara Loiola (orgs.) *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

- BRET, Michel. "O tempo reencontrado". In: DOMINGUES, Diana. *Arte no século XXI; a humanização das tecnologias*. São Paulo: UNESP, 1997.p.103-107.
- BRIGGS, Asa, BURKE, Peter (2002). *História Social da Mídia; de Gutenberg à Internet*. Trad. Maria Carmelita Prado Dias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.
- BURKE, PETER (2000). *História social do conhecimento; de Gutenberg a Diderot*. Trad. Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.
- ____ (2001). *Testemunha ocular; História e imagem*. Trad. Vera Maria Xavier dos Santos. Bauru: EDUSC, 2004.
- BUSH, Vannevar (1945). "As we may think". In: WARDRIP-FRUIIN, Noah.; MONTFORT, Nick.. *The new media reader*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003. p.35-47.
- CABRILOG S.A.S, BAINVILLE, Eric. *Cabri Geometry II Plus; manual do usuário*. França, 2003. (Disponível em www.cabri.com [capturado em abril de 2005])
- CAUDURO, Flávio Vinicius."O *design* na era digital". In: MARTINS, Francisco Menezes; SILVA, Juremir Machado da. *Para navegar no século 21: tecnologias do imaginário e cibercultura*. 3.ed. Porto Alegre: Edipucrs/Sulina, 2003.p.231-246.
- CHARTIER, Roger. *A aventura do livro - do leitor ao navegador*. Trad. Reginaldo Carmello Corrêa de Moraes. São Paulo: Unesp, 1997.
- ____. *A história cultural: entre práticas e representações*. Lisboa: Difel, 1988.
- CHOPIN, Alain. *O historiador e o livro escolar*. Trad. Maria Helena Câmara Barros. In: *História da educação*. n.11. Pelotas: Editora da UFPel, 2002. p. 5 - 24.

- COMPAGNON, Antoine. *O trabalho da citação*. Trad. Cleonice P. B. Mourão. Belo Horizonte: UFMG, 1996.
- COUCHOT, Edmond. "A arte pode ainda ser um relógio que adianta? O autor, a obra e o espectador na hora do tempo real". In: DOMINGUES, Diana. *Arte no século XXI; a humanização das tecnologias*. São Paulo: UNESP, 1997.p.135-143.
- DARNTON, Robert. *O beijo de Lamourette - cultura, mídia e revolução*. Trad. Denise Bottmann. São Paulo: Cia. das Letras, 1995.
- FREIRE, Fernanda M. P. "Formas de materialidade lingüística, gêneros de discurso e interfaces".In: SILVA, Ezequiel Theodoro (coord.) et. al. *A leitura nos oceanos da internet*. São Paulo: Cortez, 2003.
- FILHO, João Gomes. *Gestalt do objeto; sistema de leitura visual da forma*. São Paulo: Escrituras, 2000.
- FONSECA, Cláudia Chaves. *Os meios de comunicação vão à escola?* Belo Horizonte, Autêntica, 2004.
- GAZIRE, Eliane Scheid, ARAÚJO, Denise Alves, ROTSEN, Maria Cristina et.al. "A presença dos meios tecnológicos no ensino e aprendizagem de Matemática: professores de Matemática das escolas de 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental públicas e particulares de Belo Horizonte usando tecnologia. Quando e como?" In: *Anais do III Encontro Mineiro de Educação Matemática; desafios atuais do professor de Matemática*.Belo Horizonte: UFMG, 2003. (CD-ROM)
- GRAVINA, Maria Alice, SANTAROSA, Lucila Maria. "A aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados".In: *Anais do VI Congresso RIBIE*. Brasília, 1998. Disponível na internet:

solaris.niee.ufrgs.br/ribie98/TRABALHOS/117.PDF . Capturado em novembro de 2003.

EMERIQUE, Paulo Sérgio. "Isto e aquilo: jogo e 'ensinagem' Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p.p. 185-198.

ISSLER, Bernardo. "Objetos de pesquisa e campo comunicacional". In: WEBER, Maria Helena; BENTZ, Ione Maria Ghislene; HOHLFELDT, Antonio. *Tensões e objetos: da pesquisa em comunicação*. Porto Alegre: Sulina, 2002. p.36-51.

KLEIMAN, Ângela. (1989) *Texto e leitor – aspectos cognitivos da leitura*. Campinas: Pontes, 2002.

LEVACOV, Marília. "Bibliotecas virtuais". In: MARTINS, Francisco Menezes; SILVA, Juremir Machado da. *Para navegar no século 21: tecnologias do imaginário e cibercultura*. 3.ed. Porto Alegre: Edipucrs/Sulina, 2003. p. 247-272.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência*. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: 34, 1993.

_____. *Cibercultura*. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: 34, 1999.

_____. *O que é o virtual ?*. Trad. Paulo Neves. São Paulo: 34, 1996.

MACHADO, Arlindo."Hipermissão: o labirinto como metáfora". In: DOMINGUES, Diana. (org.). *A Arte no século XXI - a humanização das tecnologias*. São Paulo: Unesp, 1997. p.144-154.

_____. *Máquina e imaginário*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2001.

MALTEMPI, Marcus Vinicius."Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática". In: *Educação Matemática; pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 264-282.

- MARTINO, Luiz C. "Interdisciplinaridade e objeto de estudo da Comunicação".
In:HOHFELDT, Antonio, FRANÇA, Vera Regina Veiga. (orgs.) *Teorias da Comunicação*. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 27-38.
- NEGROPONTE, Nicholas. *A vida digital*. Trad. Sérgio Tellarolli. São Paulo: Cia. das Letras, 1995.
- NELSON, Theodor (1965). "A file complex, the changing and the indeterminate". In: WARDRIP-FRUIN, Noah.; MONTFORT, Nick.. *The new media reader*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003. p.134-145.
- OLIVEIRA, Celina Couto, et.al. *Ambientes informatizados de aprendizagem; produção e avaliação de software educativo*. Campinas: Papirus, 2001.
- PAPERT, Seymour. *LOGO; computadores e Educação* (1980). Trad. José Armando Valente, Beatriz Bitelmann, Afira Vianna Ripper. São Paulo: Brasiliense, 1988.
- PINTO, Júlio. *1,2,3 da Semiótica*. Belo Horizonte: UFMG, 1995.
- POISSANT, Louise. "Estas imagens em busca de identidade". In: DOMINGUES, Diana. *Arte no século XXI; a humanização das tecnologias*. São Paulo: UNESP, 1997.p.81-93.
- ROCHA, Heloísa Vieira da, FREIRE, Fernanda M., PRADO, Maria Elisabete B. B. *Tartaruga, Figuras, Palavras, Listas e Procedimento: Um primeiro passeio pelo Logo – SuperLogo 3.0*. Campinas: Nied/Unicamp, 2000.
- ROCHA, Heloísa Vieira da, FREIRE, Fernanda M., PRADO, Maria Elisabete B. B. *Parâmetros, Condicionais, Recursão...* continuando o passeio pelo Logo– SuperLogo 3.0. Campinas: Nied/Unicamp, 2000.

- ROJO, Roxane, H.R. "Interação em sala de aula e gêneros escolares do discurso: um enfoque enunciativo". In: *Anais do II Congresso Nacional da ABRALIN*. Florianópolis: UFSC/ABRALIN, 1999. (CD-ROM)
- SANTAELLA, Lucia. *Comunicação e Pesquisa*; projetos para mestrado e doutorado. São Paulo Hacker, 2001.
- SOUZA, Maria José Araújo. *Informática educativa na Educação Matemática*; estudo de Geometria no ambiente do *software* Cabri Geomètre. Fortaleza: FACED/UFC, 2001. (dissertação de mestrado)
- SKOVSMOSE, Ole. "Cenários para investigação". In: *BOLEMA- Boletim de Educação Matemática*. [s.n.]. São Paulo, 2000.
- TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. *Cabri Geometry II*; guia de utilização para Windows. 1999.
- TRIVINHO, Eugênio. "Epistemologia em ruínas: a implosão da Teoria da Comunicação na experiência do ciberespaço". In: MARTINS, Francisco Menezes; SILVA, Juremir Machado da. *Para navegar no século 21: tecnologias do imaginário e cibercultura*. 3.ed. Porto Alegre: Edipucrs/Sulina, 2003. p. 167 - 180.
- VALENTE, José Armando. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas — UNICAMP, 1993. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php? classe=separata>> [capturado em maio de 2004]
- VILARREAL, Mônica Ester. *O pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias informáticas*. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1999. (Tese de doutorado)

WINOGRAD, Terry, FLORES, Fernando (1986). "Using computers: a direction for design" In: In: WARDRIP-FRUIN, Noah.; MONTFORT, Nick.. *The new media reader*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2003. p.551-561.