

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA
MESTRADO EM PSICOLOGIA COGNITIVA

AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL CENTRADA NO DIÁLOGO

Flávia Mendes de Andrade e Peres

Recife, 2002

AGRADECIMENTOS

*"Ao invés de tomar a palavra gostaria de ser envolvido por ela e levado
bem além de todo começo possível"*

Michel Foucault

Aos amigos Polyanne Coimbra, Lafayette Melo e Silvana Griz porque estiveram presentes em vários momentos, fazendo parte de meu lugar e de minha vida. Porque foram interlocutores indispensáveis para minhas falas durante este trabalho.

Ao Luciano Meira pelas orientações, aulas, livros e contribuições fundamentais. Porque despertou em mim o desejo de conhecer mais, de elaborar perguntas, procurar respostas e construir fatos.

Aos demais professores e funcionários da pós-graduação em Psicologia Cognitiva da UFPE pelas aulas e outras colaborações. Porque ajudaram nesta construção.

Aos da Escola Souza Veras, bem representados na figura de Luciana Santos, pelos horários disponibilizados no laboratório de informática e nas aulas de matemática, também pelos computadores utilizados, pela compreensão e cooperação.

Aos alunos participantes da pesquisa porque construímos juntos o desenvolvimento do trabalho.

À Mundi Multimídia pelo software usado como exemplo e, mais que isso, pela participação indireta representada na interface do programa (Então, ao *Calcule!*).

À equipe do NIE/2000 que foi fundamental no primeiro ano e com quem aprendi muito: Cristina Samico, Dirceu Tavares e todos de lá.

Ao CNPq por financiar parte deste estudo.

Mas meus agradecimentos vão ainda além:

À Viviany Meirelles, Erika Mahon, Rafaella Asfora e Vera da Silva pelas histórias que compartilhamos nestes dois anos de estudos, trabalhos, festas e tantas aprendizagens.

À Paulinha, Fabíola, Diogo, Eduardo, Zeca e *cia ltda* pelas visitas e alegrias.

Ao Pablo pelo lugar especial que ocupa hoje em meus dias.

Ao Paulinho, Luiz Felipe, Marcelo, Beto, Paula (pelo inglês) e Zirlana por outros momentos importantes.

Também à Georgia, Renata, Arlene e Nicomedes por estarem presentes desde o início.

Aos que mais amo - pai e mãe - pelos gestos, palavras e outras aprendizagens... e Ana, Selma e Carlos Eduardo pela felicidade de tê-los como irmãos. Porque são a base firme para meu equilíbrio.

À Adriana porque é uma nova irmã que ganhei no Recife.

Porque os lugares são feitos de pessoas.

Porque a vida é feita de momentos.

Difícil é fazer conter nas palavras o agradecimento pelas conversas que tive com essas pessoas, pelos momentos de alternância de turnos, sobreposição de vozes, colaboração, convergência de idéias e instantes marcados nos diálogos que vivemos e que contribuíram com este estudo. Talvez por isso eu também preferisse ser envolvida pelas palavras e levada para além desses começos. Mas não poderia deixar de agradecer a cada um.

Ao leitor de hoje por tornar vivas as palavras.

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS	
SUMÁRIO	
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	05
1.1 O uso de software na educação.....	07
1.1.1 O lugar da interface na comunicação homem-máquina.....	10
1.1.2 Princípios e guidelines.....	13
1.1.3 Avaliando interfaces educativas.....	17
1.1.4 A idéia de colaboração para os estudos em interface	21
1.2 Discurso e aprendizagem.....	24
1.2.1 Os Atos de fala.....	28
1.2.2 A análise da conversação	33
1.3 Matemática e contexto sócio-cultural	38
2. METODOLOGIA E ESTUDO EMPÍRICO.....	44
2.1 O software usado	48
2.1.1 Descalculadora	50
2.1.2 Cripto	51
2.1.3 Estima	53
2.2 Escola	56
2.3 Participantes	56
2.3.1 Escolha das duplas	57
2.3.2 Composição e caracterização das duplas escolhidas.....	57
2.4 Atividade com o <i>Calcule!</i>.....	58

2.4.1 Apresentação do software	59
2.4.2 Jogo propriamente dito	60
3. ANÁLISES E DISCUSSÕES	64
3.1 Análise de episódios específicos	65
3.1.1 Ambiente Descalculadora	68
3.1.2 Ambiente Cripto	76
3.1.3 Ambiente Estima	87
3.2 Características gerais da interação com o software	120
3.3 Avaliação de software educacional: contribuições para um novo modelo	129
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
BIBLIOGRAFIA	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	49
Figura 2.....	50
Figura 3.....	52
Figura 4.....	53
Figura 5.....	54

RESUMO

Estudos sobre o uso de software na educação desenvolvem-se cada vez mais em direção ao usuário, mesmo aquelas pesquisas que advêm da teoria da informação, cuja tendência prioriza os aspectos do *design* dos artefatos tecnológicos. Atualmente, muitos estudos têm priorizado o processo de uso, propondo que a análise deve considerar aspectos da aprendizagem do usuário durante a atividade. A pesquisa aqui apresentada contribui com a tendência atual, tendo como referencial teórico uma perspectiva sócio-histórica e estando concentrada no papel da comunicação e das práticas sociais para a construção do conhecimento. Nosso objetivo geral foi investigar a construção de significados durante o uso de um software educacional, onde buscamos especificamente observar a forma como as ações colaborativas se estruturam diante dos conceitos implementados naquele ambiente. Analisamos 4 duplas de 6^a série de uma escola particular do Recife-Pe, a partir de episódios videografados, que nos permitiram explorar as singularidades do processo de colaboração entre alunos, durante essa atividade mediada por um instrumento da cultura escolar atual: o software. A estratégia metodológica utilizada para capturar esse processo foi baseada na Análise da Conversação e permitiu indicar os mecanismos orientadores da interação (face-a-face)-objeto e algumas estratégias para a avaliação de software educacional, que considere a relação entre características do design da interface (princípios e guidelines) e da aprendizagem decorrente da colaboração entre usuários.

ABSTRACT

Studies on educational software, including the researches based on the theory of the information whose tendency points out the aspects of design, have been focusing on the user. In recent researches, the usability is been prioritized. Many studies consider aspects of the user's learning during the development of an activity (Roschelle, 1998; Murray, Mokros and Rubin, 1998; Gomes, 2000). The aim of this study is to contribute to the current tendency, having the socio-historical perspective as a theoretical approach (Valsiner, 2000). It focuses on the role of communication among students and on the social practices related to knowledge construction through educational software. We observed the collaborative actions and strategies created by users during the symbolic mediation of the computer. We suggest that an interpretative primary unit based on conversational analysis indicates the mechanisms of the interaction between software and user, and some strategies to elaborate a dialogue-based educational software evaluation. These strategies integrate the characteristics of the interface design (principles and guidelines) as well as the features of the collaborative conversational interaction among students. The study was carried out with 4 peers draw from 6^h grade from a private school in Recife-Pe. Video analysis was used in its empirical work, which allowed us to explore the singularities of collaboration among users during the activities.

INTRODUÇÃO

Desde a década de 80, no Brasil, com o movimento de implementação dos computadores nas escolas, um dos assuntos discutidos na área e que abriu espaço para uma variedade de pesquisas e debates em torno do tema foi a interseção entre educação e informática.

Dessa época até os dias de hoje, um amplo movimento de informatização das escolas desencadeou vários projetos educacionais, de cunho político nacional, como EDUCOM (Almeida, 1988), Projeto Ciranda da Embratel (De La Taille, Mattos e Marques, 1986), Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO, entre outros cujos objetivos variavam entre: aplicação do microcomputador para o ensino de disciplinas específicas, formação de recursos humanos, ensino de linguagem de programação e outros que, de uma forma geral, orientaram a forma como a informática foi sendo estabelecida no país.

Atualmente, esse discurso é legitimado através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) que sugerem formalmente um caminho em relação à informática na educação. Os parâmetros apontam a importância dos recursos tecnológicos para a educação, destacando a melhoria da qualidade de ensino-aprendizagem potencializada pelos "recursos eletrônicos", entre eles, o computador. Entendido como "um instrumento de mediação na medida em que possibilita o estabelecimento de novas relações para a construção do conhecimento e novas formas de atividade mental", o texto diz ainda que o computador "permite criar ambientes de aprendizagem que fazem surgir novas formas de pensar e aprender." (p. 147)

Dentro desse contexto, a atividade com software educacional - cada vez mais estabelecida na prática pedagógica no ensino fundamental e médio - aparece como um rico

campo de estudos para a psicologia cognitiva, abrindo caminho para questões como as que pretendemos lançar luz no presente estudo: que relações podem ser identificadas entre a concepção de um software educacional, a implementação de determinado conceito em sua interface e a construção de significados pelos usuários? Como se dá o diálogo entre pares durante o uso de uma mídia específica? Como a atividade se desenvolve a partir da mediação semiótica possibilitada por um ambiente informatizado?

Esse estudo é, portanto, mais uma contribuição à vasta discussão que envolve educação e novas tecnologias, onde priorizamos o olhar para a atividade de uso de um determinado instrumento cultural como o computador, na tentativa de estabelecer as possíveis relações entre o mesmo e a aprendizagem. A novidade é que defendemos a possibilidade de avaliar um software educacional a partir da conversação dos usuários em atividade, cujas falas apontam tanto para os aspectos do design da interface quanto para a construção de significados em um determinado campo do conhecimento científico - a matemática.

No primeiro capítulo, que trata da fundamentação teórica, abordaremos os pressupostos básicos que nos fornecem respaldo para encarar a relação entre novas tecnologias e educação sob um enfoque sócio-cultural, baseados que estamos nas concepções vygotskyanas de mediação. Assim, estamos considerando a relação homem-mundo enquanto relação semioticamente mediada, na qual o contexto cultural tem papel fundamental na construção do modo de funcionamento psicológico dos indivíduos.

Por isso será delimitada uma seção, ainda na fundamentação teórica, para tratar especificamente sobre o desenvolvimento e uso da informática e sua aplicação em contexto educacional. Isso porque consideramos que o software educacional aparece atualmente como

mediador entre o aluno e o conhecimento, enquanto instrumento característico de um determinado contexto sócio-cultural.

Em relação a essa mediação, um questionamento perpassa todo o trabalho: como avaliar a real contribuição de um software para a aprendizagem de determinado conceito? As propostas de avaliação existentes, como veremos, guiam-se através de uma grande quantidade de princípios e parâmetros advindos da teoria da informação e dos estudos sobre o *design* que, como será desenvolvido na seção 1.1, nem sempre consideram o *processo* de aprendizagem e voltam-se apenas para o artefato em si.

Estudos mais recentes na área já apontam para a necessidade de considerar o usuário como peça central, onde apenas através da análise de um determinado artefato *em contexto* pode-se adquirir uma avaliação mais precisa dos processos que perpassam o uso, possibilitando então o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de interfaces cada vez mais interativas.

De acordo com essa linha de pensamento, propomos então na seção 1.2 da fundamentação teórica, que através do diálogo de duplas durante o uso de um software educacional, e mais detalhadamente através da análise da conversação dessas duplas em atividade, pode-se capturar as particularidades da atividade que estão contribuindo para o desenvolvimento de um conceito específico, bem como aquelas características que podem estar dificultando a construção de significados. Para a elaboração dessas idéias, estamos respaldados por noções como turno, seqüência, mudança de tópico, quebra de tópico, marcadores conversacionais (Marcuschi, 1991), entre outras destas noções que complementamos com os estudos sobre os Atos de Fala (Searle, 1995) para a compreensão da dinâmica dialógica (Markovà e Foppa, 1991).

No caso da presente pesquisa, o software usado para analisarmos a qualidade dessa interação dialógica delimita-se dentro do campo da matemática, mais precisamente da aritmética, o que nos leva a elaborar algumas considerações teóricas a respeito da educação matemática e suas formas de representação, bem como a necessidade de contextualização desse saber em práticas sociais específicas.

No capítulo 2 explicitamos nossa metodologia, enquanto processo de construção do conhecimento que unifica os lados teórico e empírico da investigação científica, e nosso estudo empírico, onde tratamos de estabelecer as características do contexto em que a pesquisa foi realizada, do software usado e da atividade que as duplas foram submetidas, de forma a tornar mais claro para o leitor o *contrato experimental* (Perret-Clemon, 1997) estabelecido entre pesquisadora e alunos.

Este estudo busca, portanto, à luz da Psicologia Cognitiva, construir uma reflexão relacionada ao desenvolvimento e uso de software educacional, e analisar a construção de diálogos estabelecidos por alunos em colaboração, durante a atividade em um ambiente informatizado específico ao domínio da aritmética.

Nos capítulos seguintes - 3 e 4 - analisamos e discutimos alguns recortes das atividades de uma das duplas durante a pesquisa, videografados e transcritos para a análise da conversação sob uma perspectiva microgenética, onde chegaremos a algumas considerações finais sobre o uso de software na educação e suas relações com a aprendizagem, permitindo retomarmos nossos objetivos e estabelecermos algumas conclusões que nos levam a vislumbrar outros caminhos a serem percorridos, mais que a encerrar a problemática.

Podemos identificar as raízes dessa pesquisa espalhadas tanto para dentro como para fora dos limites da psicologia (para áreas mais específicas à informática, lingüística e

pedagogia), pois sempre estivemos preocupados em estudar o conhecimento, seu desenvolvimento e compreensão no contexto das práticas educativas mediadas por softwares. Um campo portanto fértil para o desenvolvimento de uma psicologia de raízes mais profundamente vinculadas à linguagem e às especificidades sócio-culturais.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“(...) o mundo não é visto simplesmente em cor e forma, mas também como um mundo com sentido e significado” (Vygotsky, 1991, p. 37).

A idéia de mediação, nos estudos de Vygotsky (1991), enfatiza que no processo de desenvolvimento sócio-histórico o indivíduo relaciona-se com o mundo de forma mediada, ou seja, através de operações possibilitadas pelos signos e instrumentos de que dispõe em sua cultura. Tais estudos apontam para um aspecto crucial da condição humana, e que começa na infância: o uso de elementos mediadores que possibilitam uma intervenção humana ativa.

Os signos e os instrumentos compartilham a característica de serem ambos elementos mediadores entre os seres humanos e o mundo. A diferença entre eles é que os signos são orientados internamente, voltados para o controle da psique, ou melhor, para o controle do comportamento; enquanto que os instrumentos orientam-se externamente, ou seja, são

construídos ou usados com um fim específico, auxiliando em ações de controle e domínio da natureza.

A relação mediada pelos signos internalizados e pelos quais representamos a realidade exterior permite a interação entre indivíduos situados em um ambiente estruturado, cujos elementos são carregados de significados a serem transmitidos e compartilhados. É portanto o grupo social no qual nascemos que vai fornecer os sistemas de representação da realidade, através dos quais vemos e operamos sobre o mundo. Esse jogo de negociação de significados entre os indivíduos é o que possibilita a internalização das formas de funcionamento psicológico culturalmente estabelecidas.

Assim, interessa-nos principalmente o fato de que as sociedades, ao longo da história humana, modificam suas formas de organização social e seus níveis de desenvolvimento cultural através da criação de sistemas semióticos tais como a linguagem, a escrita e o sistema numérico, oferecendo aos indivíduos um ambiente estruturado repleto de significados. Então concebemos o desenvolvimento psicológico humano como culturalmente orientado pelo mundo social no qual os indivíduos nascem e se desenvolvem, embora seja ao mesmo tempo construído subjetivamente por cada um (Valsiner, 2000).

Vinculando o nosso estudo às idéias de Vygotsky (Vygotsky, Luria e Leontiev, 1992; Van de Veer e Valsiner, 1991; Werstsch, 1985), podemos agora especificar que a criação e o uso de artefatos culturais como o computador vêm alterando as formas de agir e conviver, num processo irreversível de desenvolvimento social, a partir da proliferação da microinformática. Esses instrumentos estão cada vez mais apreendidos como parte integrante do atual momento histórico. Como será tratado na seção seguinte, os modelos bastante ergonômicos advindos do desenvolvimento de interfaces mais "amigáveis" (no sentido de proporcionarem uma maior

facilidade ao seu uso) foram, entre outros, os responsáveis pelo desenvolvimento da microinformática desde a década de 70. Levy (1997) faz uma analogia entre programadores/designers e engenheiros/arquitetos:

"Continuando com a metáfora, as futuras equipes de arquitetos cognitivos não irão construir novas cidades em campo aberto para indivíduos maleáveis e sem passado. Muito pelo contrário, deverão levar em conta particularidades sensoriais e intelectuais da espécie humana, hábitos adquiridos com as antigas tecnologias intelectuais, práticas que se cristalizaram há séculos em torno de agenciamentos semióticos diversos, dos quais o principal é a língua. Estes arquitetos deverão partir dos modos de interação em vigor nas organizações, os quais diferem de acordo com os locais e as culturas." (p. 53)

Foi assim que nas últimas décadas assistimos e também fomos atores de um processo de desenvolvimento da informática na esfera diária, no qual o aprimoramento de interfaces tornou o computador pessoal parte integrante do cotidiano, pelos campos de usos possíveis e as conexões práticas que foram abertas e permitiram sua ligação com os mais diversos contextos (casa, trabalho e escola, por exemplo).

De acordo com essa perspectiva sócio-histórica, pensando em relação à presente pesquisa, podemos conceber o software educacional como um instrumento de mediação que por sua vez é repleto de signos próprios ao design de ambientes informáticos em si e próprios ao conceito do domínio específico ao qual está vinculado. A interação do usuário com instrumentos como um software educacional é tomada como uma atividade semioticamente mediada e altamente complexa, como veremos na seção seguinte.

1.1 O uso de software na educação

Muitas pesquisas sobre tecnologias da informação aplicadas à educação apontam para novos métodos e possibilidades para a aplicação de recursos informatizados que aparecem como importantes mediadores entre a criança e o conhecimento (Schuartz, 1997; Snir, Smith & Grosslaine, 1997; Noss, 1997). Kaput (1994), por exemplo, discute várias possibilidades de utilização do software educacional como mídia singular no uso de múltiplas representações para o desenvolvimento de conceitos científicos em crianças. Assim, as escolas, em suas atividades pedagógicas com a utilização de mediadores como esse, vêm apropriando-se dos softwares com o objetivo de favorecer o processo de aprendizagem.

Decorrente dos discursos sociais que valorizam essa prática, o computador vem aparecendo como mais um instrumento possível para a construção de conceitos científicos. De acordo com Meira e Falcão (1997) são identificados dois modelos de utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: 1) Estrutural; 2) Contextual¹. Por Modelo Estrutural, entende-se os ambientes computacionais que visam o desenvolvimento de estruturas cognitivas amplas e heurísticas gerais de resolução de problemas; já o Modelo Contextual visa a exploração de determinados conceitos, cuja ênfase recai em competências especializadas e vinculadas a um domínio ou conjuntos de conteúdos específicos, valendo-se, para isso, de ambientes utilitários e softwares educacionais.

A partir do Modelo Contextual descrito pelos autores, temos a definição de software educacional como uma *classe de ferramentas computacionais cujo enfoque está nos conceitos*

específicos e nas situações locais para o ensino, que cada vez mais ganha espaço na escola para a construção de significados.

No entanto várias considerações vêm sendo elaboradas no tocante à qualidade desses programas e suas reais contribuições ao processo de ensino-aprendizagem, de forma a tratar com atenção a entrada desta nova tecnologia na instituição escolar.

Estudos como os de Crook (1996) apontam uma tendência em educação e que revela uma visão favorável ao emprego de computadores como recursos que favorecem a natureza colaborativa da aprendizagem. Crook interessou-se em analisar diferentes condições de aprendizagem criadas e comparadas para a compreensão dos modelos de aplicação do computador em educação. O modelo de crianças agindo em colaboração com uma ferramenta computacional mostrou-se um rico suporte à qualidade social da experiência educacional, por inserir-se na própria estrutura do processo de ensino-aprendizagem, percebido como uma atividade socialmente organizada.

Mas a quantidade de programas destinados à educação não garante, é claro, sua qualidade para a aplicação pedagógica. Ou seja, o novo recurso pode não contribuir para mudanças significativas no ensino e simplesmente tornar-se alvo do mercado e da indústria que, em outros tempos, geraram uma vastidão de livros didáticos cujas bases educacionais efetivas para a aprendizagem eram, senão equivocadas, pelo menos questionáveis e passíveis de uma cuidadosa análise.

Assim, uma preocupação crescente e que tem motivado vários estudos centraliza suas atenções no aperfeiçoamento da avaliação de software educativo (Caftori e Paprzycki, 1999;

¹ Em discussões mais recentes os autores propõem ainda um terceiro modelo - Global - que tem na Internet seu meio por excelência.

Schuartz, 1997; Valente, 1998) e geralmente guia-se a partir de um conjunto compreensivo de parâmetros e questões destinadas à verificação da qualidade "educacional" do mesmo.

Muitos dos critérios utilizados por essas propostas advém da teoria do processamento da informação e dos estudos sobre o design, priorizando o olhar sobre as características da interface dos ambientes informatizados. Em sentido restrito, podemos considerar interface como o ponto de mediação entre as duas partes - usuário e computador -, capaz de tornar uma sensível à outra. É portanto uma relação semântica, caracterizada pela possibilidade de fazer com que a máquina represente a si mesma para o usuário, numa linguagem compreensível. A interface "traduz" a linguagem da computação (estabelecida em código binário, composta de zeros e uns) a fim de tornar possível a comunicação com o universo humano através de imagens, palavras, sons e associações.

Assim, no caso de softwares voltados à educação, parece-nos realmente pertinente uma observação cuidadosa sobre a interface, uma vez que a partir das representações do conceito na mesma e da forma como se dá a organização dos elementos na tela, a interação do usuário com o programa poderá conduzir a atividade em alguns caminhos, orientada que está em determinado sentido.

1.1.1 *O lugar da interface na comunicação homem-máquina*

O poder da informática nos tempos atuais decorre dessa capacidade de auto-representação atribuída ao computador (Johnson, 2001), decorrente do desenvolvimento da

interface gráfica do usuário - GUI, a qual percebemos ser um avanço em relação às ultrapassadas interfaces de comandos. Essa interface gráfica foi inicialmente desenvolvida pelo Palo Alto Research Center da Xerox na década de 70 e popularizada pela Macintosh da Apple.

Desde então, os sistemas computacionais com interfaces acessíveis estão rapidamente disseminados através dos avanços nos estudos sobre design, cada vez mais atentos às capacidades e necessidades humanas. Um campo interdisciplinar foi aberto e o aperfeiçoamento de interfaces passa a requerer as contribuições de psicólogos, designers, especialistas em ergonomia, lingüistas, antropólogos e sociólogos preocupados com o desenvolvimento de instrumentos, de modo a torná-los mais interativos.

A preocupação desses teóricos vai além da criação de interfaces amigáveis, pois há a necessidade de entender as variadas comunidades de usuários e as tarefas a serem implementadas. Essa preocupação justifica-se no sentido de que os sistemas com inadequada *funcionalidade* podem frustrar o usuário ou serem subutilizados. Providenciar uma adequada *funcionalidade* passa a ser então um dos objetivos da engenharia de sistemas (Shneiderman, 1997), assim como o são também: a *segurança*, a *padronização*, *integração*, *consistência* e *transportabilidade*. Esses pontos, mais específicos ao sistema em si, são fundamentais ao desenvolvimento de software, mas merecem atenção tanto quanto o processo de *design*.

Shneiderman (1997) aponta para algumas medidas centrais a serem levadas em conta e dizem respeito aos fatores humanos implicados no processo de uso de um ambiente informático:

- Tempo para aprendizagem: Quanto tempo levam os membros de uma comunidade de usuários para aprender a usar os comandos;
- Rapidez no desempenho: Quanto tempo estes membros levam para desempenhar as tarefas;

- Razão de erros: Quantos e quais os tipos de erros cometidos pelos usuários no desempenho das tarefas;
- Retenção ao longo do tempo: Depois de quanto tempo os usuários conseguem manter o conhecimento de uso e desempenho em relação ao sistema;
- Satisfação subjetiva: Qual a satisfação dos usuários ao usarem o sistema.

Esses aspectos, porém, devem ser considerados de acordo com os objetivos do sistema. Por exemplo, se em algumas aplicações a *satisfação pessoal* é o principal elemento para o sucesso do produto, em outras o *curto tempo para o desempenho das tarefas* pode ser o mais importante.

É fundamental considerar para qualquer aplicação a grande diversidade de habilidades humanas, as diferentes formações, motivações, personalidades e estilos que requerem portanto alterações no design de programas interativos. Considerar esses aspectos é respeitar o desenvolvimento sócio-histórico e cultural dos usuários e reconhecer que as habilidades perceptuais e cognitivas para interpretar os símbolos e as representações, bem como para desempenhar complexas ações frente a um sistema informático, depende da inserção daqueles em um dado contexto.

Reconhecer essa diversidade de indivíduos possibilita o entendimento sobre o usuário "pretendido" ou *destinatário superior* - apenas para mencionar Bakhtin (1997) - permitindo a inclusão do mesmo em um quadro global que deve levar em conta: nacionalidade, idade, gênero, habilidades físicas, educação, formação ética e cultural, motivação, personalidade, etc. Bakhtin nos aponta que "o autor de um enunciado, de modo mais ou menos consciente, pressupõe um *superdestinatário superior* (o terceiro), cuja compreensão responsiva absolutamente exata é pressuposta seja num espaço metafísico, seja num tempo histórico afastado" (p. 356).

De qualquer forma, alguns teóricos indicam regras gerais - *Golden rules of interface design* (Shneiderman, 1997) - a serem respeitadas para o design de interfaces, as quais são aplicáveis a muitos sistemas interativos, podendo ser cada uma interpretada, refinada e estendida para variados ambientes:

- 1) Consistência - para a realização de diferentes ações, devem permanecer os mesmos ícones, elementos, símbolos, de modo que o usuário não perca o fio de construção ao longo dos ambientes;
- 2) Short-Cuts - Abreviações, teclas especiais, atalhos e facilidades, de modo a reduzir o número de interações e passos necessários para o desempenho de uma tarefa no sistema;
- 3) Feedbacks informativos - Para cada ação do usuário, ou para as principais ações, há um retorno emitido pelo sistema. Essas respostas podem ser mais modestas ou mais substanciais, dependendo da frequência e do grau da ação;
- 4) Diálogos - As seqüências de ações devem ser organizadas em grupos com começo, meio e fim, e para esses grupos devem haver retornos informativos que dêem aos indivíduos a satisfação de acompanhamento e a indicação dos caminhos e das ações possíveis para o próximo grupo de ações;
- 5) Prevenção de erros - Se o usuário comete um erro, o sistema deve oferecer instruções específicas para corrigi-lo;
- 6) Reversibilidade para ações - Permite refazer as ações ou retornar a estágios anteriores, diminuindo a ansiedade e encorajando o usuário a explorar opções desconhecidas;
- 7) Suporte interno - O usuário deve ter o lugar do controle sobre o ambiente, iniciando e comandando o processo mais que apenas respondendo ao sistema;

8) Redução da memória de curto prazo - A limitação da memória de curto prazo dos seres humanos requer que existam códigos, abreviações, pistas, símbolos e outros elementos que permitam uma facilidade para agir e não lhe sobrecarregar com informações e conteúdos de difícil retenção.

Essas regras são abarcadas por alguns princípios e guidelines sugeridos por Mandel (1997) como tentamos melhor desenvolver no tópico seguinte.

1.1.2 Princípios e Guidelines

Os *princípios de design* de interface referem-se aos conceitos, idéias e crenças que guiam e/ou orientam o design de software. Escolhe-se quais são os princípios mais adequados para aplicação em determinado sistema, com um objetivo específico, e também para o estabelecimento dos *guidelines*.

Os *guidelines* recomendam os cursos específicos da ação, baseados em um grupo de princípios. São mais específicos que os princípios e também menos abstratos, requerendo menos conhecimento em design e experiência para interpretá-los.

As grandes operadoras de sistema como a Apple, a Microsoft, a IBM, entre outras, têm seus *guidelines*, seus princípios e materiais de referência publicados, de modo a exemplificar e especificar sua perspectiva em design de interface, o que nos indica o quanto esses fatores são importantes para a área. Embora existam especificidades relacionadas a cada uma dessas operadoras - como pudemos observar através da leitura dessa publicação da IBM (2001) - seus princípios e *guidelines* encontram-se dentro das três grandes áreas de princípios descritas por Mandel (1997):

- Controle sobre o sistema pelo usuário;
- Redução da carga de memória do usuário;
- Consistência.

Vejamos cada uma dessas áreas mais detalhadamente:

A) Controle sobre o sistema pelo usuário

Os princípios incluídos nessa categoria propõem que o usuário deve sentir-se como o controlador do sistema, permitindo um domínio sobre suas ações, dentro de seus limites no conjunto de tarefas, sentindo-se confortável e flexível para desenvolvê-las rápida e eficientemente.

Dessa forma, a interface deve permitir ao usuário mover-se através do sistema, decidindo tanto em relação ao lugar aonde pretende ir quanto ao como chegar lá. Alguns princípios que compõem esse bloco são: Possibilidade de uso do mouse e também do teclado para múltiplas tarefas, ajuda (ou *helps*) sob forma de texto ou mensagens descritivas, reversibilidade para ações, personalização do ambiente de acordo com as preferências pessoais, acomodação aos diferentes níveis de usuários, entre outros que dão ao usuário o controle sobre o ambiente, habilitando-o a aplicar procedimentos auto-definidos para desempenhar as tarefas, não impondo noções e caminhos corretos nem limitando as escolhas possíveis.

B) Redução de carga de memória do usuário

Os programas podem auxiliar o usuário a lembrar determinados conteúdos e informações, deixando sua memória mais livre para a realização de ações necessárias às tarefas propostas.

Entre esses princípios, encontram-se: Pistas visuais, metáforas do mundo real, hierarquização dos elementos na tela, clareza, simplicidade e organização dos elementos na tela, possibilidade de avançar ou retornar (*undo* e *redo*), entre outras formas que possibilitem a rememoração de alguns pontos para aliviar a memória de curto prazo dos sujeitos.

C) Consistência

Esse é um aspecto chave das interfaces interativas e um dos maiores benefícios está no fato de possibilitar aos indivíduos a transferência do conhecimento e aprendizagem adquiridos em ambientes anteriores, para outros seguintes. Ou seja, aplicar seus conhecimentos de uso de computadores em outras situações que já são *consistentes* com seu *modelo mental*, de modo que o usuário possa ver informações e objetos no mesmo caminho lógico, visual e físico de antes.

Se o usuário experimenta diferentes resultados para a mesma ação, ele pode se questionar a respeito de seu próprio comportamento, mais que sobre o produto usado, podendo levá-lo a "comportamentos supersticiosos". O princípio da consistência, portanto, encoraja a exploração da interface e a escolha das ações necessárias ao serem manipulados alguns objetos ou realizados certos comandos na tela, sem o receio de conseqüências negativas.

Um princípio fundamental aí incluído é, por exemplo, o da *Continuidade*, ou melhor, o sistema deve sustentar o contexto da tarefa do usuário através dos mesmos padrões para menus, mapas, feedbacks etc.

Estes estudos vão estabelecer que apenas os princípios de design não garantem uma interface de software amigável e interativa satisfatoriamente. São os guidelines que permitem a criação de elementos, o estabelecimento de suas aparências e características adequadas a uma boa interação. São eles que definem o modelo da apresentação, comportamento e interação possíveis através dos elementos e objetos presentes na interface. Os guidelines podem ser *físicos*, *sintáticos* e *semânticos*.

Os *físicos* são aqueles aplicados à porção do hardware como teclado, mouse, etc. Por exemplo: No IBM (2001) encontramos que o botão 1 do mouse é o botão para seleção enquanto que o botão 2 serve para manipulação.

Os guidelines *sintáticos* referem-se às regras sobre a apresentação da informação na tela e a seqüência e ordem de execução das ações do usuário. Por exemplo, para sair de um determinado programa o usuário deve seguir alguns passos pré-estabelecidos numa ordem lógica.

Os guidelines *semânticos* referem-se ao significado dos elementos, objetos e ações na interface. Por exemplo o botão *iniciar* tem uma ação esperada pelo usuário, de acordo com o próprio significado da palavra usada, que remete o usuário à idéia de início para disparar um determinado evento.

Encontramos acima pontos de extrema relevância a serem considerados numa observação de ambientes computacionais, que ganham peso maior quando cuidadosamente ponderados em relação ao contexto de utilização. No entanto, as práticas em si merecem tornar-se objetos da análise cognitiva, visto que toda ação possui um conteúdo semântico, e que as

ações têm influência devido ao significado que adquirem em contextos sócio-culturais diversos (Meira, 1996).

Em relação à educação, segundo podemos perceber, a atenção a esses pontos é então ainda mais urgente uma vez que é através da interface que acontecerá a mediação entre a criança e o conhecimento, dizendo respeito não apenas aos signos próprios ao design do ambiente, mas também à representação do conceito na mesma.

1.1.3 Avaliando interfaces educativas

Verificando estudos mais recentes na área educacional, encontramos alguns como os desenvolvidos pelos pesquisadores da TERC - Technical Education Research Center (Murray, Mokros e Rubin, 1998; Corwin e Storeygard, 1995), que revisam vários jogos eletrônicos interessados em como as crianças interagem com tais jogos e que matemática elas aprendem a partir dos mesmos. Estas pesquisas buscam desenvolver alguns critérios para avaliação de software, enfatizando um olhar ao diálogo das duplas durante o uso, influenciando portanto a idéia que direciona a nossa proposta.

Os pesquisadores da TERC examinam jogos em ação, como exemplificado em um dos estudos realizados, onde observaram crianças interagindo com dois softwares específicos em contextos informais (fora da escola). Os jogos evolidos nesse exemplo foram: *Math Blaster in search of Spot* (produzido pela Davidson & Associates) e *Logical Journey of Zoombinis* (desenvolvido pela TERC e produzido pela Broderbrund software).

Os softwares mostraram similaridades em alguns aspectos como por exemplo: o jogador, em ambos, é introduzido na história, de modo a ajudar a salvar e/ou proteger os

personagens e há a necessidade de lidar com conteúdos matemáticos ao longo das seqüências dos ambientes. Poucas similaridades, no entanto, foram percebidas quando olharam para o diálogo das duplas, onde identificaram diferenças no "tipo e qualidade" da matemática na qual as crianças estavam engajadas. Ao focalizarem o diálogo, puderam apontar tanto para os caminhos pelos quais as idéias foram expressas e compartilhadas quanto para o conteúdo matemático.

Desse modo, indicaram para as formas pelas quais os jogos *Math Blaster* e *Zoombinis* diferiam entre si. Entre essas diferenças, foram revelados aspectos referentes à maneira como a matemática era concebida (respectivamente: exercício e prática *versus* resolução de problemas); no modo como a matemática se vinculava à história (sem integração com o roteiro e o curso da história *versus* integrada à história, sendo mesmo parte dela); na qualidade da fala matemática produzida (limitando-se à rapidez de respostas memorizadas *versus* discussões sobre seriação, classificação, lógica e estratégias de resolução).

Pesquisas como estas evidenciam a necessidade de analisar os softwares durante o uso, em contextos específicos, sendo somente a partir de uma análise desse tipo que as sutilezas referentes à aplicabilidade de um software tornam-se nítidas. Analisando a usabilidade - enquanto processo de uso de determinados ambientes - os fatores relevantes relacionados ao indivíduo, suas estratégias de ação e os processos cognitivos de que se valem em tal aplicação tornam-se também passíveis de verificação e análise.

Em estudos recentes já existe uma tendência em aproximar-se mais do usuário e seu contexto de uso. Gomes (2000; 2001), por exemplo, sugere uma forma de avaliar interfaces educativas que se afasta do que tradicionalmente pode ser verificado em relação às mesmas, por utilizar o que o autor chama de "modelo construtivista" (baseado nas idéias de *esquemas mentais* da teoria de Vergnaud), contrapondo-se aos modelos advindos da teoria do processamento da

informação como metáfora do processamento cognitivo humano. Portanto considera que as ações dos usuários são previamente organizadas por estruturas que representam os conhecimentos e viabilizam tal organização. Essas estruturas são o que Vergnaud tratou por *esquemas mentais*.

Esse modelo sugerido por Gomes visa analisar o desenvolvimento conceitual consecutivo à ação instrumental. Segundo o autor, é possível verificar a aprendizagem a partir da análise das ações dos alunos com um determinado artefato computacional. Essa proposta afasta-se da mera análise descritiva dos *princípios* e *guidelines*, e aproxima-se do processo de uso, assumindo que a aprendizagem conceitual ocorre mediante a interação com a interface, procurando articular dentro de um único modelo os aspectos materiais e os aspectos cognitivos.

Com um outro enfoque, mas considerando também o artefato em seu momento de uso, alguns estudos têm centrado sua atenção na forma como as pessoas interagem com os artefatos culturais na vida diária, em situações sociais significativas, onde ao lidarem com os mesmos demonstram competência funcional, resolvendo problemas e mobilizando conceitos e esquemas. A parte da ergonomia que se ocupa do desenvolvimento de tais padrões, ambientes e interfaces homem-máquina, de modo a tornar tais interações mais "amigáveis" (no sentido de proporcionarem uma maior facilidade no seu uso), é a *Ergonomia Cognitiva*.

Trabalhos como os de Brown e Duguid (1996) destacam a importância de "pistas periféricas" aos artefatos, as quais dão auxílio direto aos usuários pela evocação de conteúdos socioculturais. Trabalhos semelhantes são realizados desde 1970 por antropólogos e cientistas da computação na Xerox Palo Alto Research Center (PARC) que desenvolvem um programa de pesquisa interdisciplinar concentrado no design de tecnologias digitais etnograficamente baseadas. Defendem que para o entendimento de tecnologias é necessário um olhar etnográfico,

requerendo a localização de artefatos dentro de ambientes específicos e considerando as suas relações de uso diário (Suchman, Bolmberg, Orr et All, 1999).

Dentro desse campo, portanto, percebemos que já existe o início de uma psicologia de "objetos" e "materiais", a qual centraliza seu foco de análise na *affordance* dos objetos. Materializado nesse sentido, o termo *affordance* refere-se às qualidades próprias e atuais dos objetos, ou seja, aquelas *características fundamentais que determinam como as coisas podem ser usadas*. Dessa forma, o usuário vem ganhando mais evidência e atenção no instante da elaboração dos aparatos tecnológicos, onde podemos conectar essas idéias com os estudos desenvolvidos na área de design, influenciando a elaboração dos princípios e guidelines já descritos.

Outro conceito fundamental aos estudos de design e que também influenciou o desenvolvimento daqueles princípios e guidelines é o de *modelos mentais* (Norman, 1988), que se refere aos modelos que as pessoas fazem de si mesmas, dos outros, do ambiente e das coisas com as quais interagem. As pessoas formam modelos mentais através de experiência, treinamento e instrução. O modelo mental de um artefato é formado pela interpretação das ações permitidas e suas estruturas visíveis. Quando as partes visíveis de um artefato - as que Norman tratou por *system image* - são incoerentes ou inapropriadas, também quando se mostram incompletas ou contraditórias, o usuário terá dificuldade de uso pela formulação de um modelo mental errado.

Ao se conceber um determinado artefato como um software, por exemplo, o designer espera que o modelo mental do usuário seja idêntico ao seu próprio modelo mental, mas não há um diálogo direto com aquele e toda comunicação terá lugar apenas durante a interação, através

do *system image*. Ou, usando a terminologia corrente no universo da informática, durante a interação através da *interface*.

Esta perspectiva de estudos em design aproxima-se de um olhar para o usuário e, embora seu foco de análise ainda seja muito mais o sistema informático em si e suas características, já existe a preocupação com a apropriação pelo sujeito durante o contexto de uso.

1.1.4 A idéia de colaboração para os estudos de interface

Buscando uma ligação entre a estruturação de um conceito na interface de um programa e os processos cognitivos que se formam e ganham significado durante a ação mediada pelos instrumentos culturais e pela linguagem, algumas pesquisas têm dado um passo a mais nessa direção e influenciaram ainda mais diretamente o nosso trabalho, como é o caso de uma pesquisa desenvolvida por Roschelle (1995).

Naquela pesquisa, o autor tratou da questão das trocas conceituais convergentes através da análise microgenética de um caso onde duas estudantes estavam engajadas no uso de um software. O software usado foi o *Envisioning Machine*, apresentado como um ambiente de simulação voltado aos conteúdos da física, diretamente aos conceitos de velocidade e aceleração. Como a análise de Roschelle vai mostrar, as alunas realizaram troca conceitual de seus conhecimentos prévios, compartilharam significado e construíram cooperativamente o entendimento do conceito de aceleração.

A idéia central nos estudos de Roschelle é que a interação conversacional possibilita que os estudantes construam colaborativamente aproximações entre conceitos científicos. Baseia-se na Análise da Conversação, a qual tem identificado as estruturas conversacionais para

a interação face-a-face, e que habilitam os participantes a construírem, monitorarem e repararem o conhecimento compartilhado.

O processo proposto para analisar o fenômeno de trocas conceituais convergentes entre estudantes integra pesquisas sobre colaboração científica e convergência de significados em conversas diárias. As estruturas deste processo descrevem tanto a natureza da troca conceitual realizada pelos alunos quanto o mecanismo de convergência que permite a construção social de conceitos. Essas estruturas são: 1) Construção de uma situação profundamente estruturada para um nível intermediário de abstração das estruturas literais do mundo; 2) Interjogo de metáforas constitutivas da teoria em relação à cada um e à situação; 3) Ciclo interativo de ações situadas exibidas, confirmadas e reparadas; 4) Aplicação de modelos progressivamente maiores que evidenciem a convergência.

Roschelle argumenta que a convergência é adquirida através de ciclos de significação compartilhada, demonstrada, confirmada e reparada. Um grande grau de compartilhamento é conseguido gradualmente pelo uso de significados em situações que requerem ações progressivamente mais elaboradas, para que a atribuição de um conhecimento comum seja justificada.

Especificamente, aponta para o fato de que as trocas conceituais convergentes são realizadas incrementalmente, interativamente e socialmente através da participação colaborativa em atividade conjunta. Assim, no estudo de caso apresentado, Roschelle investigou o que uma dupla de estudantes aprendeu como consequência da atividade colaborativa em resolução de problemas, usando um software, e chegou às seguintes conclusões:

- A troca conceitual existiu, consistindo de duas construções relacionadas: uma figura geométrica contendo profunda estrutura da situação e um interjogo de metáforas expressas na explanação;
- As alunas compartilharam a nova estrutura conceitual, usando a tomada de turno conversacional para construir cooperativamente situações e conceitos. Através disso, sobre as idéias e intenções de cada participante, ambas construíram novas idéias dentro de uma estrutura conceitual comum, e repararam as divergências existentes. O uso da tomada de turno permitiu às alunas a monitoração e o entendimento compartilhado, tornando possível a reparação das divergências quando estas apareciam.

Em suma, Roschelle argumenta que o principal fator da aprendizagem por colaboração é a convergência, sugerindo que estudantes desenvolvem seus conceitos, no curso da aprendizagem, por participarem de práticas conversacionais que os próprios cientistas necessitam para desenvolver conceitos científicos (Latour e Woolgar, 1997).

Como vimos (na seção 1.1), o conceito de colaboração também foi enfatizado por Crook (1996), que estudou diversas formas de uso do computador na educação, verificando uma tendência atual: o uso de computadores como mediadores de atividade colaborativas entre duplas de alunos. Crook caracteriza a colaboração como sendo um estágio de engajamento social onde indivíduos trabalham juntos sobre um mesmo ponto focal. Isso requer um compromisso para coordenar ações e atenções em relação a esse ponto, para que o conhecimento seja socialmente compartilhado. O autor propõe então a visão de colaboração como uma atividade discursiva, onde a conversação é o processo pelo qual seus colaboradores constroem o espaço de problema conjunto.

Ou seja, segundo Crook (1996) a colaboração seria um tipo particular de conversação, mas uma análise colaborativa precisaria ir além das trocas conversacionais. Para isso, o autor oferece alguns pontos para lidar com a questão de como o conhecimento mútuo é ativamente construído. Esses pontos são: forma e extensão do interesse detectado no maior/menor grau de conversação; caminhos pelos quais esse interesse evidente dos participantes é administrado; verificação da estrutura que gerou as diferentes oportunidades para o entendimento da fala compartilhada.

A análise de Roschelle avança em um ponto particular sobre trocas conceituais, pois se detém quanto ao papel da colaboração no compartilhamento de significados. Embora compartilhe a ênfase na construção, pelos estudantes, de situações profundamente estruturadas e suas reestruturações de metáforas do senso-comum, acrescenta a idéia de que os significados são relacionais e que a colaboração providencia um "espaço" para a realização dessa convergência entre significados ambíguos e parciais. Nesse ponto o autor nos deixa claro o viés sócio-cultural que fundamenta sua pesquisa - e também a nossa.

Como vimos na pesquisa de Roschelle, o ponto principal defendido é que a troca conceitual ocorre através da convergência gradual de entendimentos sobre significados compartilhados. Sabemos que o software *Envisioning Machine* é uma simulação de manipulação direta, cujos design e estrutura devem ter desempenhado alguma influência sobre a atividade da dupla. Porém a análise de Roschelle não se deteve nos aspectos do software e suas possíveis conseqüências para o desenvolvimento da atividade, e deu prioridade à análise desse outro aspecto da relação: a ação colaborativa construída entre as alunas.

Em relação ao nosso trabalho, vemos que dois artefatos se sobressaem: o sistema informático (interface) e o conhecimento específico implementado no software (representação do

conceito). O relacionamento do usuário com o software(sistema informático e conceito científico) dá-se através da ação ou, melhor ainda, da comunicação (para sublinhar a fundamental mediação da linguagem), que acontece de forma situada.

Então propomos que, para verificar a qualidade dessa interação, uma outra contribuição pode ser dada pelos estudos do discurso, como será melhor desenvolvido na seção seguinte, onde a análise da conversação, através de alguns de seus pontos-chaves, permitirá apontarmos para uma nova forma de avaliar softwares educativos, de modo a abarcar características da interface que aparecem pontuadas na própria fala dos alunos, interferindo na condução do processo de aprendizagem.

1.2 Discurso e aprendizagem

O papel da linguagem na construção do conhecimento interessa-nos nesta pesquisa por entendermos que há um jogo de pressuposições lingüísticas, contextuais e sociais que interagem para criar as condições de aprendizagem através de um software. Parece evidente e coerente com nosso estudo focalizarmos a atenção sobre o discurso, isto é, priorizarmos a forma pela qual a linguagem perpassa o processo de uso de um software educacional. Porém, uma vez adotada a perspectiva sócio-cultural, a visão de linguagem aqui considerada também segue uma linha na qual o uso da linguagem é orientado pela cultura e pelas formas de representação específicas a um contexto. Mas é no jogo dinâmico de negociações

entre os indivíduos que há reconstrução das informações, significados e conceitos por cada sujeito.

O contexto educacional entra em evidência pois as particularidades próprias ao mesmo geram tipos específicos de comunicação. Cook-Gumperz (1991) considera especificidades decorrentes da conversação no espaço de sala de aula. Por exemplo, a seqüência tópica como um tem particularidades quando relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o conhecimento seguinte e o precedente são fundamentais para a escolha de “o que dizer”. O autor complementa essa idéia na seguinte passagem:

“Seguindo uma linha de raciocínio similar, Mehan argumenta que a fala instrucional difere das conversas comuns no sentido de que não existem dois componentes, mas três: uma tréplica sempre acompanha a resposta a um movimento inicial, resultando em um sistema tripartido de iniciação-resposta-avaliação. A conquista bem sucedida destas rotinas interacionais requer que professor e aluno estabeleçam um ritmo interativo, de modo a sincronizarem seus movimentos.”(p. 77)

Os estudos sobre conversação (Koch, 2000; Shiffrin, 1997; Marcuschi, 1991; Markovà e Foppa, 1991; Atkinson e Heritage 1984) aparecem, então, como uma possibilidade de análise do discurso produzido no contexto escolar, sendo importante para a interpretação do caráter interativo das trocas verbais e ainda para a observação das trocas de informações e negociações de significado, lançando luz sobre alguns pontos fundamentais à construção colaborativa de conhecimentos.

Em relação à análise da conversação de alunos durante o uso de um software educacional, muitos eventos ocorrem na tela do computador, decorrentes da comunicação entre o usuário e o programa (ou entre o leitor e o autor, como metáforas para a situação), fazendo-se

necessário, portanto, uma atenção voltada para essa interação, mas considerando também a interface (o texto, para continuarmos com a metáfora). Essa comunicação é de particular importância e uma análise fina deve permitir que a observação vá além das trocas conversacionais, onde a atividade como um todo deve ser focalizada.

Os usuários engajados na interação constroem um sistema de pensamento e ação cujas particularidades não se encontram em uma parte ou outra, mas no sistema como um todo. Logo, o sucesso no uso de artefatos de mediação como os computadores vem mesmo da inter-relação sujeito-objeto, sendo que tal relação não está depositada apenas nos significados trazidos pelo próprio usuário, nem apenas na aparência dos softwares, que reflete a habilidade do autor em tornar clara a operação e estabelecer as representações capazes de permitir sua entrada no mundo de significados do usuário e sua inserção na atividade conjunta. Ou seja, o desenvolvimento da atividade é produto da interação simbólica, logo dialógica.

Em outras palavras, o usuário está de algum modo presente nas construções do autor desde o início da elaboração do software educacional, antecipando e prevendo a compreensão do uso e das representações do conceito, num espaço metafísico. Cabe ao usuário - no momento da atividade - mobilizar seu universo de conhecimentos para dar sentido, resgatar a interdiscursividade presente na estruturação do conceito, recriar as omissões, preencher as lacunas e desvendar o que ficou oculto no "texto" do autor. Esse diálogo com o autor é mediado pela interface.

Ora, o conceito de "texto" e discurso aqui considerado utiliza a noção de Bakhtin (1997), por ver o indivíduo como sujeito que dialoga com a realidade e constituído em sua interação com o outro. Seus estudos ocupam-se da diversidade de vozes de uma língua, deixando claro, como nos mostra Dahlet (1997), que "o sentido de voz em Bakhtin é mais de ordem metafórica, porque não se trata concretamente da emissão sonora, mas da memória semântico-social depositada na palavra" (p. 264).

Assim, para a análise da atividade, achamos importante considerar que a compreensão é um processo ativo e criativo, e que para a apreensão do lugar do outro devemos considerar que os discursos se conectam entre si. Portanto devemos considerar a posição dos participantes em uma dinâmica discursiva. Desse modo, estaremos baseados nas contribuições advindas da Análise da Conversação, que vemos serem complementares à Teoria dos Atos de Fala, também base para esses estudos, as quais serão fundamentais para o desenvolvimento de nossas idéias.

A análise da conversação mostra como as pessoas podem realizar convergência de significados relacionais, apesar das ambigüidades dos desempenhos individuais e de múltiplas visões de mundo. As considerações dos participantes são fundamentalmente situadas, onde as unidades comunicativas têm um lugar exato na seqüência da atividade e na situação. Os conceitos significativos construídos por eles são, portanto, vistos como realização coletiva e realizados através da participação em atividades sociais colaborativas, idéia que nos interessa sobremaneira para o presente estudo.

Mas uma vez que estamos lidando com a compreensão entre falantes e ouvintes, interessa-nos também como é possível para o falante dizer alguma coisa, querer significá-la, querer significar às vezes mais do que as sentenças definem (atos de fala indiretos, metáforas, ironias) e ainda assim ser compreendido pelo ouvinte. Por isso é importante desenvolvermos primeiramente algumas idéias de Searle (1995) e sua Teoria dos Atos de Fala, a qual também serve de base fundamental para a análise que propomos.

1.2.1Os atos de fala

Austin (1965), seguido por Searle (1995) e outros, entende a linguagem como forma de ação e refletiu sobre os diversos tipos de ações humanas que se realizam através da linguagem, estabelecendo uma distinção entre atos locucionários (conjunto de sons organizados segundo as regras de uma língua), perlocucionários (aqueles destinados a exercer certos efeitos sobre o interlocutor, sendo que esses efeitos podem ou não se realizar) e atos ilocucionários (que atribuem ao conteúdo das sentenças uma determinada força). Searle (1995) acredita que falar ou escrever em uma língua é o mesmo que realizar atos de fala deste último tipo.

O ato ilocucionário é, portanto, o carro chefe dessa teoria, no sentido de que tais atos atribuem às proposições ou conteúdos proposicionais uma força que terá um caráter de pergunta, asserção, ordem, promessa, etc. Assim, para todo ato de fala, o autor propõe a fórmula: $f(p)$, sendo f a força ilocucionária de p (o conteúdo proposicional).

Searle (1995) sustenta que ao examinar o discurso tal como ele existe, as emissões lingüísticas podem ser classificadas em algumas categorias, contrariando uma interpretação de Wittgenstein (1996) que considera os usos de linguagens como indefiníveis para uma classificação e que por isso, conseqüentemente, não considera possível o estabelecimento de um número finito de categorias nas quais se enquadrem tais usos ou jogos de linguagem.

Diferentemente, Searle estabelece uma taxinomia, e propõe que os tipos básicos de atos ilocucionários variam segundo sua força ilocucionária, a qual pode ser deduzida a partir de algumas dimensões. Ou seja, há vários contínuos de força que se cruzam, dependendo do propósito, da direção do ajuste, dos estados psicológicos expressos, do vigor com que o ato é apresentado, da posição do ouvinte e do falante, dos interesses do falante e do ouvinte, das relações com o resto do discurso, entre outras dimensões significativas de variação.

As três primeiras dimensões (propósito ilocucionário, direção do ajuste e estados psicológicos) são consideradas pelo próprio Searle como as mais importantes e portanto nos deteremos aqui no esboço das mesmas, não descartando a importância e também influência das outras.

a) *Propósito ilocucionário* é apenas uma parte da força ilocucionária, não devendo ser confundido com a mesma. Assim, por exemplo, o propósito ilocucionário de um pedido é o mesmo que de uma ordem: levar o ouvinte a fazer algo. No entanto a força ilocucionária entre ambos é bastante diferente.

b) Quanto à *direção do ajuste*, podemos dizer que algumas sentenças têm como parte de seu propósito fazer o conteúdo proposicional corresponder ao mundo, outras, fazer o mundo corresponder às palavras. As asserções, por exemplo, estão na primeira categoria, assim como enunciados, descrições, explicações; enquanto que as promessas, os comandos, os juramentos e os pedidos, por exemplo, estão na segunda.

c) Ao realizar um ato ilocucionário qualquer, com um conteúdo proposicional, o falante expressa uma atitude, um *estado psicológico* relacionado à esse conteúdo, que vai estabelecer as condições de verdade referentes ao mesmo, pois o falante expressa crenças, desejos, arrependimentos através de emissões lingüísticas.

Levando em consideração essas diferenças, as emissões lingüísticas podem ser classificadas nas seguintes categorias:

Assertivas (dizemos às pessoas como as coisas são) - O propósito dos atos incluídos nessa categoria é o de comprometer o falante com a verdade da proposição expressa, a direção do ajuste é palavra-mundo e o estado psicológico expresso é a crença (que p). Estão classificados aqui as descrições, leituras, relatos, etc.

Diretivas (tentamos levar as pessoas a fazer algo) - O propósito é extraído do fato de que são tentativas do falante de levar o ouvinte a fazer alguma coisa. A direção do ajuste é palavra-mundo e a condição de sinceridade é a vontade (ou desejo).

Compromissivas (comprometemo-nos a fazer coisas) - Estão aqui os atos ilocucionários cujo propósito é comprometer o falante com alguma linha de ação futura. A direção do ajuste é palavra-mundo e a condição de sinceridade é a intenção.

Expressivas (expressamos nossos sentimentos e atitudes) - "O propósito ilocucionário dessa classe é o de expressar um estado psicológico especificado na condição de sinceridade, a

respeito de um estado de coisas, especificado no conteúdo proposicional"(p. 23). O falante nem está tentando levar o mundo a corresponder às palavras, nem o inverso, ou seja, não há uma direção do ajuste e a verdade da proposição expressa é pressuposta: desculpas, agradecimentos, congratulações.

Declarações (provocamos mudanças no mundo a partir das emissões lingüísticas) -

Esta categoria é bem peculiar e seu propósito ilocucionário pode ser definido como "produzir uma alteração no estatuto ou condição do referido em relação ao objeto", pelo fato de se ter conseguido realizar a declaração. O propósito é portanto declaracional e a direção do ajuste é tanto palavra-mundo quanto mundo-palavra, dependendo das particularidades próprias às declarações. Embora haja a tentativa de levar a linguagem a corresponder ao mundo, essa tentativa não se dá pela descrição de um estado de coisas (assertivos) nem pela busca de produção de um estado de coisas futuras(diretivos e compromissivos). Mas se dá porque dizer certas coisas é casar-se, dizer outras é renunciar ou é demitir, por exemplo, bastando para isso que exista uma autoridade, em certas situações institucionais, que pronuncie determinadas sentenças. E não há condição de sinceridade.

Mas uma emissão freqüentemente se inclui em mais de uma categoria e tanto falante quanto ouvinte passam de um significado literal a um significado indireto. Os atos de fala indiretos são aqueles realizados indiretamente através da realização de um outro, ou seja, "o falante comunica ao ouvinte mais do que realmente diz, contando com a informação de base, lingüística e não lingüística, que compartilham e também com as capacidades gerais de racionalidade e inferência que teria o ouvinte "(p. 50).

O que acontece nos casos indiretos não é nenhum significado *sentencial* diferente, mas um significado *adicional do falante*. O ouvinte, por seu turno, precisa descobrir quando a

emissão do falante traz em si seu significado literal ou quando este significado pode ser extraído apenas indiretamente.

Searle sugere que é necessário primeiramente uma estratégia para estabelecer que existe um segundo propósito ilocucionário, além do propósito contido na sentença; e um procedimento para descobrir o significado desse propósito segundo. A primeira dessas estratégias é conseguida pelo estabelecimento dos princípios da conversação e a segunda é conseguida pela teoria dos atos de fala somadas com as informações de base.

Desse modo, Searle (1995) considera que a teoria dos atos de fala somada aos princípios da conversação proporcionam um quadro de referência dentro do qual os atos de fala indiretos possam ser significados e compreendidos. Ademais, o autor sustenta que a noção de significado literal de uma sentença só tem aplicação relacionada a um conjunto de suposições de base ou contextuais. Portanto é contrário à idéia de que um significado literal equivaleria ao significado da sentença em um contexto *zero* ou *nulo*. Isso porque defende que para nenhuma sentença há esse contexto *nulo* de interpretação, e só entendemos o significado da mesma sob o pano de fundo de um conjunto de suposições de base. Essas suposições contextuais estão implicadas no próprio significado literal, trazendo variações nas condições de verdade das sentenças. Assim, "o número das suposições é indefinível e qualquer tentativa de representá-las tenderá a introduzir outras suposições" (p.206).

Com isso o autor não está negando a existência de um significado literal para as sentenças. Ao contrário, está dizendo que o significado literal de uma sentença só tem aplicação relacionado que está com um conjunto de coordenadas constituídas por nossas suposições de base.

Assim, a teoria dos Atos de Fala permite-nos concluir que o contexto e outros tipos de conhecimentos extra-lingüísticos devem ser levados em conta para a compreensão entre interlocutores, pois freqüentemente tais atos vão além de seu significado literal na sentença. Essa inferência indireta é um aspecto fundamental e inseparável da comunicação diária.

Os princípios da conversação de Grice partem de uma idéia primeira que esse autor considerou básica para a comunicação humana: o princípio da cooperação, ou seja, a necessidade de uma cooperação mútua entre as pessoas que se propõem a interagir verbalmente, a fim de que a interlocução transcorra adequadamente (Koch, 2000). Esse princípio está submetido a algumas máximas:

- Máxima da quantidade: não diga mais ou menos do que o necessário;
- Máxima da qualidade: diga somente o que tem evidência adequada, ou seja, o que sabe ser verdadeiro;
- Máxima da relevância: diga somente o que é relevante;
- Máxima do modo: seja claro e conciso, evitando obscuridades, prolixidades, etc.

Searle acrescenta uma máxima às de Grice, ao sustentar que uma sentença tem que ser idiomática se quiser servir como ato de fala indireto, ou seja, os mecanismos subjacentes ao processo de compreensão e significação dos atos de fala indiretos diferem de uma língua para outra.

No entanto, sabemos que o jogo da comunicação não é regido apenas por tais "regras", e para capturar a interação verbal humana muito mais deve ser explicitado, não se limitando a uma analítica com base exclusiva nessas "máximas".

1.2.2 A análise da conversação

Essas considerações são compatíveis e até complementadas pelo modelo de análise conversacional detalhado por Marcuschi (1991), segundo o qual a conversação, estruturalmente, consiste numa série de turnos alternados que compõem seqüências a partir de movimentos coordenados e cooperativos. Desse modo, as sentenças são entendidas contextualmente por seu lugar e participação nas seqüências das ações.

São essas seqüências e os turnos de fala, mais do que as sentenças isoladas, que interessam à análise da conversação, que vem mostrar que algumas ações conversacionais situam a ação a tal ponto de orientar a fala subsequente. Ou seja, um turno corrente projeta a próxima ação relevante, ou as futuras trocas de ações a serem complementadas pelo outro, podendo haver rompimento, por parte de um dos falantes, com uma das máximas de Grice (fenômenos denominados *implicaturas conversacionais*).

Então não havendo aquele *contexto nulo* também negado por Searle, empiricamente não ocorrerá também uma sentença fora ou exterior a alguma seqüência específica. Tudo o que é dito será dito em um contexto seqüencial e sua força ilocucionária estará relacionada ao que realiza em relação a alguma sentença prévia ou posterior, ou a um conjunto de sentenças anteriores ou posteriores.

Portanto, o contexto interacional organiza e orienta as seqüências na estrutura da atividade e as variações seqüenciais referem-se aos caminhos pelos quais os participantes demonstram sensibilidade a esse contexto (Atkinson e Heritage, 1984). Esta visão traz conseqüências metodológicas significativas, pois de acordo com este modelo, a *troca de turnos* (marcada pela alternância de falantes) e a *coerência* são os organizadores mais importantes da conversação. Logo esses organizadores nos interessam aqui enquanto “processo global” que

implica “interpretação mútua, local e coordenada”, uma vez que sem coerência não há *interação colaborativa* durante o uso do software.

Para tanto, temos não no ato da fala nosso foco, mas na localização de uma seqüência de ações dentro da atividade geral, marcada pelas *seqüências de turnos* e *pares adjacentes* como pergunta-resposta, ordem-execução, convite-aceitação/recusa, entre outros desses pares que estruturam uma seqüência entre dois turnos co-ocorrentes e servem para a organização local da conversação.

No tratamento da *coerência* entram considerações referentes ao tópico desenvolvido, e embora a variedade de conteúdos possa dificultar o estabelecimento de padrões para a exploração de cada tópico na conversação, é possível descrever a organização dos mesmos, pois eles seguem uma estrutura: para cada conversação há um “fio condutor” que centraliza a interação em torno de um ponto e que permite, numa conversação fluente, uma certa naturalidade na passagem de um tópico a outro.

Há uma convergência da atenção dos participantes para os aspectos relevantes que devem ser *falados*, constituindo tópicos específicos na seqüência da fala compartilhada. Dentro do paradigma dialógico, há uma responsabilidade mútua na construção de sentido durante a conversação. Na presente pesquisa, portanto, iremos verificar os mecanismos orientadores do diálogo dos usuários e identificar os processos da atividade que estão orientando essa convergência. Logo, verificaremos em que medida a interface está participando dessa interação com vistas a construção de significados específicos.

Entre as idéias da análise da conversação que mais interessam aos nossos propósitos, temos que numa conversação, o falar é sempre o falar sobre alguma coisa a qual é delimitável no texto conversacional e para a qual os participantes centralizam a atenção permitindo uma

certa coerência. No entanto a noção de tópico é mais complexa e abstrata do que simplesmente "aquilo sobre o que se fala". Segundo Koch (2000),

“(...) poderíamos dividir (segmentar) um texto conversacional em fragmentos recobertos por um mesmo tópico. Acontece, porém, que cada conjunto desses fragmentos irá constituir uma unidade de nível mais alto; várias dessas unidades, conjuntamente, formarão outra unidade de nível superior e assim por diante”. (p. 72)

A autora propõe algumas denominações específicas para evitar confusões, já que “cada uma dessas unidades, em seu nível próprio, é um tópico.” Dessa forma, temos para os fragmentos de nível mais baixo a denominação de *segmentos tópicos*; um conjunto desses segmentos tópicos formará um *subtópico*; vários subtópicos constituirão um *quadro tópico* e um tópico superior, que engloba os vários tópicos, pode ser denominado *super tópico*.

De acordo com Marcuschi (1991):

“A regra básica para a organização tópica da conversação é: dois turnos contíguos que apresentam o desenvolvimento do mesmo conteúdo seqüenciam o mesmo tópico, e dois turnos que não seqüenciam o mesmo conteúdo constituem uma mudança de tópico. Mas entre a *continuidade* e a *mudança* temos a possibilidade de quebra de tópico.” (p.80)

Quando dois parceiros se engajam numa conversação sobre um interesse compartilhado, a negociação de significados tem que acontecer para que ambos façam sentido do tópico. Portanto o que é expresso em uma sentença (seu conteúdo proposicional) somente

poderá ser compreendido relacionando-se ao que é conjuntamente pressuposto pelos interlocutores.

Então numa colaboração com vistas à construção de significados, parece-nos crucial não apenas a diferença entre *Mudança de Tópico* e *Quebra de Tópico*, mas os momentos onde ocorreram e por quê ocorreram tais redirecionamentos. A *Mudança de Tópico* acontece quando o tópico chegou ao seu final, delimitando seu término. A *Quebra*, por outro lado, indica a interrupção do tópico, podendo o mesmo retornar em momentos seguintes.

Esse ponto é de fundamental importância para atingir nossos objetivos, pois as quebras e mudanças de tópico percebidas na conversação dos alunos em atividade com o software apontarão para as características da interação mediada, sendo possível indicar as causas e conseqüências da construção dos diálogos com fins educacionais.

Para uma melhor categorização desses momentos, achamos adequado considerar dois tipos de organização em relação à *Quebra*: *Subseqüências Encaixadas* e *Seqüências Alternadas* (Stech, 1982, citado em Marcuschi, 1991).

- *Subseqüências Encaixadas* ocorrem quando um tópico é introduzido como conseqüência de uma quebra do tópico anterior, podendo então ceder espaço ao retorno para a conclusão do tópico original;

- *Seqüências Alternadas* ocorrem quando um tópico é introduzido e gera uma quebra no anterior, havendo uma quebra seguinte de novo tópico, voltando ao anterior sem concluir o segundo, podendo acontecer sucessivas quebras de tópico, sugerindo que os participantes não estão coordenando suficientemente suas contribuições, ou indicando que cada um interessa-se por debater algo diverso.

Sendo estabelecida essa distinção, três tipos de *Subseqüências Encaixadas* são percebidas pelo autor:

- 1) *Subseqüência Encaixada Subordinada*: O tópico inserido é parte ou está relacionado com o tópico em andamento;
- 2) *Subseqüência Encaixada Associativa*: O tópico encaixado está associado apenas acidentalmente, não contribuindo propriamente ao desenvolvimento do tema geral;
- 3) *Subseqüência Encaixada Formulativa*: Os tópicos são introduzidos para indicar como tratar o tema em pauta, especificando-se em como e sobre o que se deve falar em relação àquele ponto.

Para capturar a continuidade através das transformações e/ou progressivas diferenciações dos tópicos durante qualquer trecho coerente de análise, temos que examinar as contribuições das ligações dos componentes individuais tanto retrospectivamente quanto prospectivamente: como co-operam e como um tópico proposto é compartilhado e apoiado pelos interlocutores. Tudo isso por entendermos, baseados nesses pressupostos, que a conversação é organizada contribuição por contribuição, mais do que sentença por sentença.

Nesse sentido, queremos verificar neste trabalho as ações construídas colaborativamente durante as atividades com um software educacional e as possíveis contribuições de tal mediador para o processo de construção de conhecimento.

Para acessarmos a seqüência tópica estabelecida dialogicamente, enquanto pesquisadores, procuramos aproximar-nos ao máximo do que estava sendo socialmente falado e negociado e da perspectiva contextual dos participantes. Como o software usado na presente pesquisa delimita-se dentro do campo da matemática, antes de passarmos ao estudo empírico e sua análise, faz-se necessário o desenvolvimento de algumas idéias referentes à educação matemática e sua conexão com o contexto sócio-histórico, levando em consideração os

instrumentos e signos culturalmente criados e que se interpõem entre o sujeito e o conhecimento a ser transmitido.

1.3 Matemática e contexto sócio-cultural

Nos últimos anos tem-se considerado que o conhecimento matemático acontece como construção sócio-cultural, onde alguns autores assumem que as idéias matemáticas dos estudantes desenvolvem-se através de práticas comunicativas (Roschelle, 1996) ou interações dialógicas (Wertsch, 1985). Assim, apontam para a interação conversacional como um meio para os estudantes construírem, colaborativamente, aproximações entre conceitos, envolvendo processos e mecanismos semióticos através do refinamento gradual de significados.

A aprendizagem matemática vem sendo compreendida como situada em diversos contextos cujas particularidades não estão na periferia do processo, mas sim são intrínsecas àquela aprendizagem. Segundo Vöigt (1994) os significados matemáticos são produtos sociais ou, mais particularmente, produtos de interações sociais, sendo primeiramente percebidos como emergindo entre indivíduos e não existindo independente dessas relações.

Wittgenstein (1996) tratou como “jogos de linguagens” a todos os processos de uso das palavras, bem como os vários usos dos conjuntos de atividades com as quais a linguagem está interligada. Segundo esse filósofo, a linguagem funciona nos *seus usos* e apenas podemos indagar sobre as *funções práticas* da mesma. No seguinte segmento de seus pensamentos filosóficos, temos um exemplo bastante pertinente sobre sua idéia de significação:

“A definição do número dois “isto se chama dois” – enquanto se mostram duas nozes – é perfeitamente exata. – Mas, como se pode

definir o dois assim? Aquele a que se dá a definição não sabe então o que se quer chamar com “dois”; suporá que você chama de “dois” este grupo de nozes! - Pode supor tal coisa; mas talvez não o suponha. Poderia também, inversamente, se eu quiser atribuir a esse grupo de nozes um nome, confundí-lo com um nome para número” (p. 37)

Esta base filosófica dá suporte à concepção de que o significado matemático deve ser estudado como emergente nas inter-relações entre sujeitos individuais. Para estudar a negociação de significados matemáticos de acordo com essa perspectiva, compreende-se que a variedade de objetos matemáticos pode gerar diferentes interpretações por parte do sujeito. As tarefas, os jogos, os livros textos e os exercícios sugeridos por seus autores têm múltiplos significados, ficando essa ambigüidade evidente quando as mesmas situações são comparadas em diferentes culturas, como exemplificados em algumas pesquisas (Ginsburg, Choy, Lopez et al, 1997; Scribner, 1986; Resnick, 1995).

Segundo Meira (1996), “... a análise da aprendizagem da matemática deve levar em conta não apenas as estratégias que os indivíduos elaboram durante a resolução de problemas, mas a própria atividade em que se engajam e colaborativamente constroem” (p. 171). Propõe com isso que o significado é inerentemente social e emerge em atividades específicas, dependendo assim dos recursos materiais e interacionais de situações particulares. As diferentes práticas sociais decorrentes dessas situações geram, por sua vez, diferentes formas de interação entre seus participantes.

Uma concepção aceita entre os interacionistas é que os eventos humanos e os objetos aí contidos são plurisemânticos, ou seja, a base de formação cultural dos sujeitos dará suporte às

suas interpretações sobre aqueles eventos e objetos. Os significados matemáticos são vistos, pois, como frutos de negociação, uma vez que cada objeto e evento é plurisemântico e ambíguo.

Em suma, uma situação não representa um significado matemático em si. Cada situação pode ser “matematizada” de várias formas, dependendo do interesse dos participantes em interação, interesse este experienciado de acordo com o que podem entender conjuntamente a partir de determinadas representações.

Assim também, a natureza do meio pelo qual a criança aprende matemática é cada vez mais evidenciada através de pesquisas na área (Singer, Kohn, Resnick, 1997; Hatano, 1997; Gravemeijer, 1997). O meio pode não apenas dar suporte à construção de conceitos e operações, mas também possibilitar expressões criativas daquele conceito e novos objetivos para os mesmos.

Na elaboração de um software, por exemplo, as representações do conceito implementadas na interface são construídas a partir de concepções prévias dos autores sobre tal conceito. Essa perspectiva é bastante relevante para nossos estudos, pois segundo Nunes (1997) a estrutura da representação tem um impacto sobre o pensamento e tanto habilita os usuários quanto restringe o que eles podem fazer em uma determinada direção. Portanto o sistema de signos intermediário da ação do sujeito também formata sua atividade em um caminho estabelecido por leis sócio-culturais específicas, que só podem ser entendidas no contexto da prática cultural onde tal sistema está situado. Dessa forma, a autora chama a atenção para a necessidade de entender os signos matemáticos no contexto de práticas matemáticas particulares.

Um mesmo problema acarreta variações no desempenho dos sujeitos caso seja analisado nos contextos informal *versus* formal (escolar), como podemos então concluir - respaldados

pelos estudos de Carraher, Carraher e Schilieman (1993) - a existência de múltiplas lógicas corretas para a resolução de cálculos.

Na mesma linha de pesquisa, o sentido dos signos + e – aprendidos na matemática formal é diferente quando números escritos estão envolvidos e quando os problemas são apresentados oralmente. Essas conclusões são advindas de alguns estudos desenvolvidos e descritos por Nunes (1997), que investigaram a hipótese de que alguns erros dos alunos não resultam da falta de entendimento das propriedades dos números, mas da confusão resultante das trocas de significados dos sinais de mais e menos ao longo do desenvolvimento escolar. As pesquisas concluíram também que o desempenho era significativamente melhor na condição oral do que na escrita, onde ao analisarem os erros, estes sugerem que há um conflito entre as duas formas de escrita decorrente do ensino aritmético na escola.

Assim, podemos admitir que as experiências pessoais não ocorrem num vácuo, mas pelo contrário, têm um aspecto social fundamental. O estudo sobre o processo de aprendizagem da matemática atualmente tem considerado cada vez mais essas dimensões sociais, diferentemente do que ocorreu há algumas décadas, cuja ênfase recaía sobre a dimensão individual. Considerar essa dimensão social é levar em conta também os instrumentos e os signos disponibilizados pela cultura e que se interpõem entre o sujeito e o conhecimento, enquanto mediadores das ações cognitivas.

Resnick (1995) tratou sobre essa questão do conhecimento e as relações entre cognição e processos sociais, enfatizando o papel da escola no desenvolvimento sócio-cognitivo. Propõe uma reformulação da matemática escolar no sentido de priorizar princípios e estratégias subjacentes à resolução de problemas matemáticos e a comunicação entre estudantes mais que os procedimentos de rotina.

Desse modo, acredita tornar o pensamento das crianças o mais próximo do raciocínio dos matemáticos pois caracteriza o raciocínio dos matemáticos (*math math*) como aquele raciocínio sobre números e suas propriedades, e não sobre quantidades materiais.

Para ensinar essa matemática dos matemáticos, a escola deveria encorajar o uso de problemas diários, o uso de notações formais como forma de registro público para discussões e conclusões, e a estimação como uma das várias formas de sentido do número, o qual seria o objetivo integral do ensino da aritmética.

Para isso, o autor defende que o conhecimento matemático desenvolve-se através de uma seqüência de níveis caracterizados pelas trocas de conteúdos representacionais. O que se desenvolve, portanto, são tipos de "entidades conceituais", mais que estruturas lógicas. Esses níveis passariam de um raciocínio inicial sobre quantidades, que precederia a habilidade de contagem de objetos, desenvolvendo-se até uma forma mais avançada de raciocínio, no qual operadores e relações são representados como entidades conceituais.

Ele sugere que tanto em matemática, quanto em outros campos, as diferentes práticas culturais realizam formas próprias de usar o conhecimento. Isto significa dizer que a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo podem ser vistos como formas particulares de socialização, em práticas que envolvem conceitos e formas de raciocínio.

Logo, a matemática dos matemáticos (*math math*) é uma prática social cuja socialização requer a criação deliberada de ambientes e contextos onde tal matemática seja praticada e que permita a participação de crianças, a fim de que possam compartilhar relações e construir representações formais dessas relações, bem como justificar os procedimentos. Tais idéias estão vinculadas à perspectiva sócio-histórica que, como já explicitamos, também fundamenta nosso estudo.

Podemos aqui retomar nossa questão inicial sobre a mediação cultural no processo de construção de significados por parte do indivíduo. Os conceitos, portanto, são construções culturais internalizadas pelos indivíduos ao longo de seu processo de desenvolvimento, sendo que o mundo cultural onde o indivíduo se desenvolve é o que vai lhe fornecer a gama de significados nomeada por palavras e formas de representação específicas àquele grupo. Ao longo do processo, essas formas culturalmente dadas são internalizadas e permitirão a mediação entre sujeito e objeto de conhecimento.

Nas sociedades letradas, ocorre um processo de formação de conceitos "científicos", em que as crianças são submetidas a processos deliberados de instrução escolar. Eles são portanto transmitidos em situações formais e, diferentemente dos conceitos "espontâneos" ou "cotidianos", estão organizados em sistemas consistentes de inter-relações (Van der Veer e Valsiner, 1994).

A criança entra então em um novo caminho acompanhada ainda de seus conceitos espontâneos construídos no contexto mais amplo de seu ambiente social, e que se formaram independente de qualquer processo especialmente voltado para desenvolver seu controle. Neste novo caminho, um novo processo é iniciado, possibilitando uma nova relação cognitiva com o mundo, e é nesse processo que os conceitos são transformados (Oliveira, 1997; La Taille, Oliveira e Dantas, 1992). Portanto a educação escolar é qualitativamente diferente da educação em sentido mais amplo, pois na escola existe um objetivo particular: possibilitar aos indivíduos o entendimento das bases das concepções científicas.

Considerando essas idéias, podemos já partir de um pressuposto: a forma de estruturar o conceito e representá-lo, de modo a permitir a interação do usuário com o software, pode orientar o desenvolvimento do conceito por determinados caminhos e restringir outros. Caminhos estes

que serão reconstruídos quando os significados representados na interface entrarem em contato com as idéias e os significados dos usuários, durante a atividade. Quais os mecanismos que orientam essa construção de significados durante o uso do software? Como se estruturam os diálogos durante essa interação?

A análise da linguagem em ação com o uso do software nos permitirá verificar se existem algumas características específicas capazes de favorecer, mais que outras, uma particular interação conversacional com vistas a construção de significados em matemática. Portanto centralizaremos o olhar para os limites entre as seqüências tópicas na conversação mediada pela representação e estruturação de determinados conceitos matemáticos na interface de um ambiente informatizado.

Assim, para respondermos as nossas questões iniciais, analisaremos mais adiante alguns episódios capturados dos extratos das conversações geradas entre os participantes da presente pesquisa durante o uso de um software exemplar - de matemática -, cujas características serão detalhadas no capítulo seguinte, que trata da metodologia e do estudo empírico.

2. METODOLOGIA E ESTUDO EMPÍRICO

"As ciências humanas, com efeito, endereçam-se ao homem, na medida em que ele vive, em que fala, em que produz. É como ser vivo que ele cresce, que tem funções e necessidades, que vê abrir-se um espaço cujas coordenadas móveis ele articula em si mesmo ..." (Foucault, 1992, p. 368)

A psicologia cultural desenvolvimentista detalhada por Valsiner (2000) propõe uma metodologia precisa à psicologia por pretender unir dois focos de difícil apreensão: a cultura e o desenvolvimento. Para uma ciência como a psicologia, de acordo com o autor, é necessário considerar o *desenvolvimento* de um determinado fenômeno como sendo um processo dinâmico que mantém certa estabilidade, tal como se pode entender os eventos na vida dos seres humanos, considerando que não há uma repetição da mesma experiência; cada nova ocasião é um evento qualitativamente novo e ainda assim, porém, mantemos uma vida relativamente estável.

De outro ângulo, muitas pesquisas psicológicas tomam os fenômenos como objetos representados de forma estática, não considerando os processos que tornam essa estabilidade algo que se dá de forma dinâmica. A metodologia de base para muitas delas pode ser vista como uma seqüência de passos e cuidados para o tratamento de qualquer questão de pesquisa e inclui a quantificação de dados numa tentativa de objetivação dos mesmos.

A psicologia cultural, por seu turno, vem propor uma outra forma de observação dos fenômenos, entendendo a metodologia não como uma "caixa de ferramentas", mas como um processo de construção que unifica o lado teórico e o empírico da investigação científica.

Respaldados por essas idéias, e as contribuições que trazem ao fenômeno investigado em psicologia, concebemos que a metodologia deve relacionar teorias, fenômenos, métodos e dados. Essa relação tem na figura do cientista a função de explorar os fenômenos, orientado para a construção de conhecimentos gerais.

A subjetividade do pesquisador é enfatizada uma vez que o cientista constrói seus métodos e dados, operando constantemente pela *indução* do que está sendo estudado, de como o estudo está acontecendo e do que esperar do mesmo. Os pesquisadores possuem aparatos conceituais gerais que orientam e mantêm suas questões de pesquisa, devendo portanto, como já foi dito, construir seus métodos em caminhos que unifiquem os diferentes níveis do ciclo metodológico: concepção sobre o fenômeno, fundamentação teórica, método, representação do fenômeno (dado).

Tendo por base tais pressupostos como referências para um olhar sobre o desenvolvimento processual, buscamos uma coerência metodológica entre a fundamentação teórica e o método adotado para coleta e análise de dados desta pesquisa. Desse modo, ao usarmos uma ferramenta cultural específica - o software - que viabiliza a ação dos sujeitos, mediando-a no desenvolvimento de uma determinada atividade, mantemos a idéia de que a relação estabelecida entre sujeito e objeto é uma relação constituída dialeticamente.

Com base nisso, para apreender o fenômeno que nos propomos a investigar, o olhar não pode voltar-se para um lado (sujeito) ou outro (objeto) como se tratássemos de fenômenos isolados. Mas para nosso estudo, interessa apenas o *processo* desenvolvido durante o uso de um artefato específico, enquanto interação semioticamente mediada. Assim, nossa perspectiva metodológica concentra-se no papel da comunicação e das práticas sociais para a construção do

conhecimento, considerando essencial ao desenvolvimento humano a relação entre os processos psíquicos e suas dimensões culturais, históricas e sociais.

Já enfatizamos que as noções matemáticas são situadas socialmente, dentro de redes sociais específicas, das quais as práticas de sala de aula são apenas um exemplo. Perret-Clemon (1997) diz que a condição experimental que envolve colaboração entre sujeitos são oportunidades adequadas para analisar o impacto da comunicação entre pares, através do estudo do que é conseguido conjuntamente pelos dois participantes. Mas a autora também aponta para as ligações desses desempenhos com a atuação do adulto que participa do processo, a fim de melhorar a interação entre aqueles e, além disso, a importância do impacto dos objetos de conhecimentos matemáticos no desempenho das duplas.

É portanto importante considerar toda a relação triangular, na qual o objeto matemático tem um status de mediador que especifica um sistema social onde o adulto tem uma posição superior quando participa da atividade, não sendo portanto uma participação neutra e externa, mas muito pelo contrário, é ela também constituinte da situação a ser observada.

Brousseau (1996) demonstrou a natureza triangular da relação de ensino (professor-aluno-objeto matemático), que implica um “contrato didático”, ou seja, um sistema de expectativas recíprocas e específicas voltadas para o conhecimento visado. Em relação à pesquisa em psicologia, Perret-Clemon propõe uma relação contratual entre o pesquisador, os sujeitos e o objeto de conhecimento. A dinâmica da interação entre os pares do processo e destes com o adulto é levada em conta para uma descrição mais precisa da natureza interativa e representacional do processo.

Em suma, estamos fundamentados na concepção de que a ação é mediada e situada, não podendo ser desvinculada do contexto onde emerge. Portanto, levamos em conta os diversos

mediadores do processo em estudo para compreender as ações dos sujeitos, idéia que, por sua vez, fundamenta-se na teoria sócio-histórica e nos leva a considerar a dimensão semiótica da atividade humana, sendo mesmo esta dimensão o que está em jogo na presente pesquisa, uma vez que nossos objetivos são:

- Investigar a construção de significados mediada por um software educacional específico;
- Verificar as ações construídas colaborativamente durante o seu uso;
- Identificar os mecanismos orientadores dos diálogos nessa interação.

Estaremos focalizando nossa "lente" para os microprocessos de mudança ocorridos na construção dos diálogos através de um software, que levam os alunos a discutirem diversos *tópicos conversacionais* durante o uso daquela mídia. Portanto o foco centraliza-se nas ações realizadas durante a situação no sentido de que são estas ações que alimentam o "futuro próximo" do usuário no processo.

Para efeito dos objetivos almejados e mantendo-se coerente com a abordagem teórica geral, justifica-se o *registro videográfico* e a *perspectiva microgenética* (Meira, 1994) sobre o fenômeno como estratégias satisfatórias por possibilitarem em conjunto interpretar o processo dinâmico de significação.

Nos próximos tópicos, explicitaremos algumas particularidades de nosso estudo empírico:

- características do instrumento utilizado: o software;
- características das duplas de alunos participantes;
- características da escola onde a atividade foi implementada;
- características da atividade realizada com aquela mídia.

2.1 O software usado

"Ver e compreender o autor de uma obra significa ver e compreender outra consciência: a consciência do outro e seu universo, isto é, outro sujeito (um tu)" (Bakhtin, 1997, p. 338)

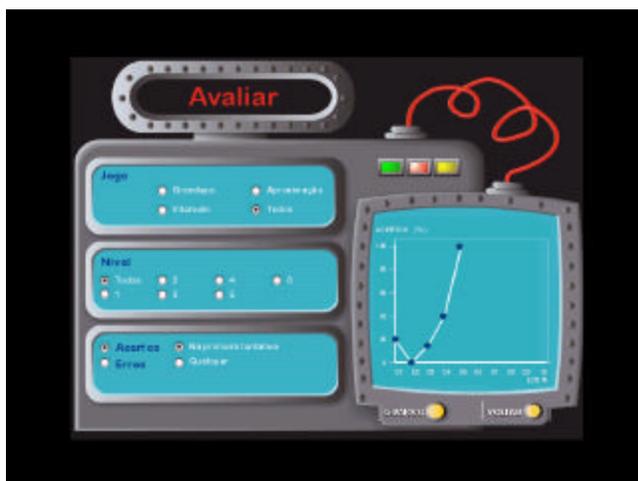
Calcule! é o nome do software usado (© Luciano Meira & Mundi Kids, 2000), um programa planejado para a escola, com o objetivo de dar apoio principalmente do ponto de vista institucional a um certo número de conceitos, idéias e noções de matemática. Está voltado para a realização de atividades com aritmética por crianças de 4^a a 8^a série do ensino fundamental e pode-se dizer, anterior a uma análise mais apurada, que o software trabalha com formas de representações tradicionalmente usadas na educação escolar, centralizado-se nos conceitos de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Ao dar início ao programa, automaticamente aparece na tela um personagem que "disponibiliza" um bilhete de identificação (*passaporte*) onde o nome (*login*) do usuário deve ser cadastrado. Preenchendo esse cadastro, o usuário já pode escolher, a partir da tela inicial, por qual dos três ambientes deseja começar: *Descalculadora*, *Cripto* ou *Estima*.

Os três ambientes distintos visam a exploração de conceitos e operações aritméticas, sendo exibidos para cada um deles alguns botões de opções contendo as seguintes possibilidades:

- Iniciar - Dá início ao jogo;
- Avaliar - Permite um histórico gráfico do desempenho do usuário durante o jogo, de forma que o tutor/professor ou mesmo o usuário possa acompanhar seu desenvolvimento nesses

mbientes, porque guarda um pouco da memória da atividade. Trata-se de gráfico



representacional avaliador das competências construídas ao longo do tempo pelos usuários.

Figura 1: Interface Avaliar com gráfico avaliativo do desempenho do usuário

- Configurar - Configura o ambiente de acordo com seus interesses: nível de dificuldade e operações disponibilizadas;
- ? (ajuda) - Oferece as regras do jogo de forma explicativa, especificando o significado de cada botão e como o usuário pode se conduzir ao longo do ambiente;
- Sair - Sai do ambiente, voltando para a tela inicial do *Calcule!* a partir da qual o usuário pode se conduzir para qualquer um dos outros ambientes ou sair definitivamente do programa.

Sumariamente, os ambientes são:

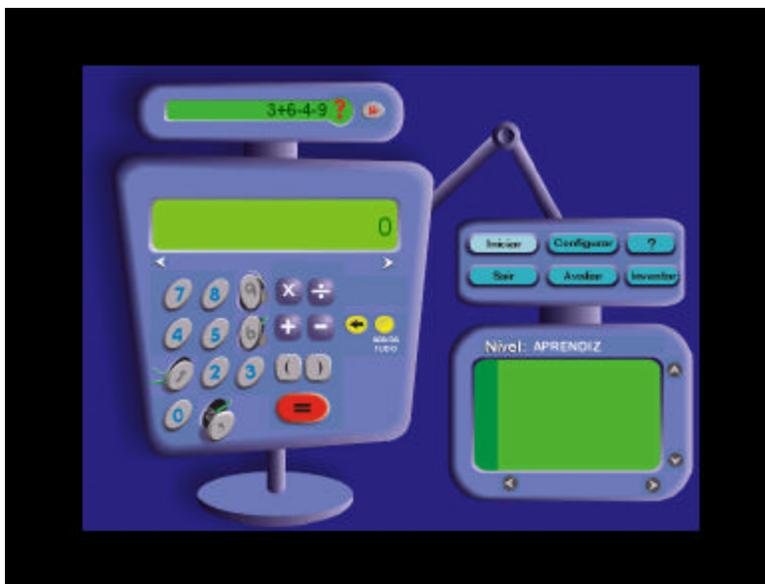
- A) *Descalculadora* – Uma máquina de calcular que requer a construção de estratégias alternativas de resoluções de expressões aritméticas, pois suas teclas são “quebradas” a cada expressão;
- B) *Cripto* - Requer a construção de hipóteses para a descoberta de incógnitas em operações de adição e subtração;

C) *Estima* – Ambiente que pretende trabalhar com quantidades numéricas através da estimação do valor de expressões aritméticas.

Esses ambientes não possuem uma ordem de execução preestabelecida, ou alguma hierarquia entre eles, podendo o usuário conduzir-se ao longo dos três da maneira como achar mais adequada. A ordem de apresentação descrita acima e mais detalhada a seguir, baseia-se apenas na seqüência estrutural pela qual os mesmos podem ser visualizados a partir da tela inicial (da esquerda para a direita).

2.1.1 Descalculadora

Neste ambiente, aparecem algumas expressões numéricas em um visor, a partir das quais os usuários devem construir, com a "máquina de calcular" do ambiente, expressões equivalentes. O objetivo é transformar expressões de forma a construir essas expressões equivalentes. Ou seja, o aluno utiliza a "máquina de calcular" não para fornecer os resultados dos cálculos das expressões, mas para construir outras expressões, sendo que algumas teclas dessa máquina (sinais das operações ou algarismos de 0 a 9) são quebradas por um



martelo, dificultando a tarefa.

Figura 2: Tela principal do ambiente *Descalculadora*

Numa janela sempre visível nessa tela principal (canto inferior direito) permanecem as operações realizadas, que vão sendo simbolizadas como acerto (4), erro (X) ou não respondida (?). O sistema emite um som específico para acerto e um outro específico para erro (feedback). O usuário pode tentar repetir a operação clicando sobre um dos símbolos: (4), (X) ou (?) localizados ao lado das expressões já realizadas. Esse quadro de acerto e erro aparece em todos os ambientes do programa, com as mesmas opções. No entanto, no módulo *Aproximação* (ambiente *Estima*) este quadro não indica os acertos e erros, mas o percentual para a margem de erro do usuário, como detalharemos mais adiante.

As operações disponibilizadas são: adição, subtração, multiplicação e divisão, seguindo as configurações dos seguintes níveis:

- *Iniciante*: adição e subtração até dezenas
- *Aprendiz*: adição e subtração até centenas
- *Especialista*: adição, subtração e multiplicação até dezenas
- *Mestre*: adição, subtração, multiplicação até centenas
- *Grande Mestre*: adição, subtração, multiplicação e divisão até dezenas
- *Inspirado*: adição, subtração, multiplicação e divisão até centenas

No *Descalculadora*, expressões específicas a serem incluídas na atividade podem ser formuladas pelo próprio usuário. Isso pode ser feito a partir do item *inventar*, um "botão" exclusivo ao ambiente *Descalculadora*, que permite ao usuário e/ou professor elaborar uma atividade específica, com expressões criadas para tal. As teclas que serão quebradas a cada expressão também podem ser preestabelecidas a partir da opção configurar.

2.1.2 Cripto

Nesse ambiente, trabalha-se com a idéia de criptogramas, onde os algarismos são substituídos por incógnitas (representadas por letras do alfabeto) que devem ser descobertas pelo usuário. O usuário tem a oportunidade de trabalhar com expressões simples que envolvem incógnitas e relações entre incógnitas. No item *operação*, cada letra esconde um valor diferente, sendo portanto estabelecido como regra lógica, que letras iguais têm o mesmo valor. O objetivo é descobrir o valor de cada letra de modo que a operação fique correta. O valor de cada letra deve ser escolhido nas *hipóteses*, através de um clique sobre o número desejado. A escolha final é indicada pela cor vermelha adquirida através de um clique duplo sobre a hipótese, sendo que a cor verde (clique simples) indica tratar-se apenas de uma hipótese ainda não confirmada.



Figura 3: Tela principal do ambiente *Cripto*

O usuário pode recorrer ao botão *mais cripto*, um recurso que dificulta a atividade uma vez que limita a quantidade de operações que dariam um determinado resultado.

As operações disponibilizadas são unicamente nos campos da adição e subtração, podendo o usuário configurar o ambiente para uma ou outra.

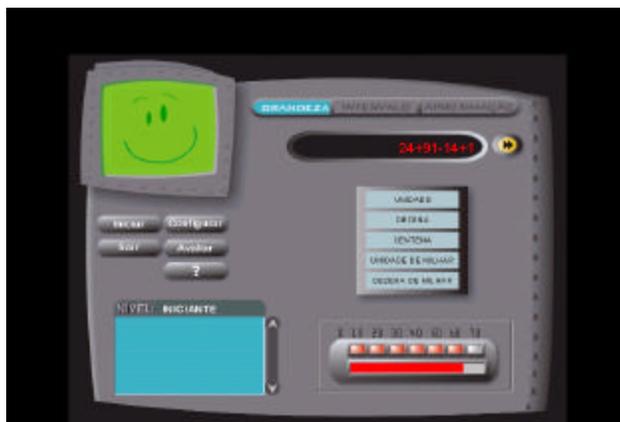
Os níveis de problematização variam nos seguintes graus de dificuldade:

- *Iniciante*: Algarismos podem ser até dezenas; Apenas as parcelas são criptografadas.
- *Aprendiz*: Algarismos podem ser até dezenas; As parcelas e os resultados são criptografados.
- *Especialista*: Algarismos podem ser até centenas; Apenas as parcelas são criptografadas.
- *Mestre*: Algarismos podem ser até centenas; As parcelas e os resultados são criptografados.
- *Grande Mestre*: Algarismos podem ser milhar ou mais; Apenas as parcelas são criptografadas.
- *Inspirado*: Algarismos podem ser milhar ou mais; As parcelas e os resultados são criptografados.

O feedback para acerto e erro neste ambiente não se trata de um som, mais de uma imagem simbolizando especificamente acertos e erros.

2.1.3 Estima

No ambiente *Estima* as opções de jogo variam entre três módulos: *Grandeza*, *Intervalo* e *Aproximação*, sendo que para cada um desses módulos algumas alterações na interface podem ser percebidas. Portanto trata-se de três "cenários" nos quais a capacidade de estimação e competências associadas à estimação são trabalhadas. Para os três módulos, no entanto, permanece um cronômetro o qual delimita um tempo máximo dentro do qual as respostas sejam emitidas. O tempo do



cronômetro é o que varia nos diversos níveis de dificuldade propostos, como veremos na descrição abaixo:

- *Grandezas*: O usuário fará uma estimativa para a expressão que aparece no visor da tela (canto superior direito), e estabelecerá seu resultado em termos de: unidade, dezena, centena, unidade de milhar ou dezena de milhar.

Figura 4: Interface do ambiente *Estima - Grandezas*

- *Intervalo*: A estimativa sobre a expressão disponibilizada no visor deverá ser indicada no intervalo dentro do qual o resultado, provavelmente, se encontra. Esse intervalo está representado por uma reta numérica cujos intervalos variam de 20 em 20 números, representados na reta de -100 à + 100, inicialmente, mas o usuário pode deslocar a reta para a esquerda ou para a direita, alterando portanto os intervalos disponibilizados (de +100 à + 300; de -300 à + 100; etc.)



Figura 5: Detalhe do ambiente *Estima - Intervalo*

- *Aproximação*: O usuário tem disponibilizado na tela uma espécie de "máquina digitadora" com os dígitos de 0 a 9, uma vírgula (,), e um botão de "negativo" para indicar os números

que correspondem aos resultados que são menores que zero. Para a expressão que aparece no visor, deve ser digitado um número (resultado) aproximado. Como já foi dito, o quadro de acertos e erros deste módulo (canto inferior esquerdo) não estabelece respostas certas ou erradas, mas um percentual com a margem de erro para cada resposta aproximada do usuário, que visualizamos no quadro. Ou seja, quanto mais a resposta do usuário aproximar-se da resposta exata, mas próximo de 0% será a margem de erro.

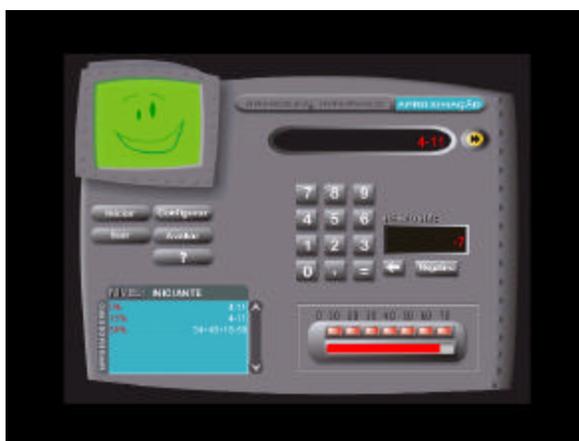


Figura 6: Interface do ambiente *Estima - Aproximação*

Para cada um desses cenários, as expressões podem ser configuradas para envolver ou adição e subtração, somente; ou adição, subtração, multiplicação, divisão e números decimais. Os feedbacks para acerto e erro são sons específicos tanto em *Grandezas quanto em Intervalo*. Mas em aproximação, como não lida com acertos e erros, mas com margens de erro para as respostas aproximadas, o sistema emite o som usado para acertos quando as respostas estão situadas em menos de 20% na margem de erro. Quando essa margem de erro está acima de 20% o som é o mesmo emitido para respostas erradas nos outros ambientes. Ainda complementando

esses sons, existe uma imagem no canto superior esquerdo que esboça sorriso e tristeza respectivamente para acerto e erro.

Os níveis de problematização variam quanto à duração dos tempos limites especificados pelo cronômetro:

- *Iniciante*: 70 segundos
- *Aprendiz*: 60 segundos
- *Especialista*: 50 segundos
- *Mestre*: 40 segundos
- *Grande Mestre*: 30 segundos
- *Inspirado*: 20 segundos

Assim descrevemos o software *Calcule!* utilizado na presente pesquisa, ressaltando ainda algumas características: foi concebido para ser usado por alunos do ensino fundamental e mais especificamente para o uso entre a 4ª série e a 8ª série do ensino fundamental. O software ainda não foi publicado; o fato de não ter sido editado ainda assegurou que os participantes dessa pesquisa não tivessem travado nenhum contato inicial com o mesmo.

2.2 Escola

A pesquisa foi realizada em uma escola particular da cidade de Recife - Pe. A escola possui laboratório de informática e faz uso de computadores no seu cotidiano, em cujas aulas o mesmo aparece como recurso mediador de atividades em dupla.

2.3 Participantes

"... enfim, porque tem uma linguagem, pode constituir para si todo um universo simbólico, em cujo interior se relaciona com seu passado, com coisas, com outrem, a partir do qual pode imediatamente construir alguma coisa com um saber ..."

(Foucault, 1992, p. 368)

Sendo o programa *Calcule!* destinado a crianças de 4a a 8a série do ensino fundamental, foi válido verificar como crianças 6a série (média de destinação do software) vieram a construir conhecimento a partir do mesmo, e nos possibilitou verificar a geração de discussões colaborativas na construção de estratégias e hipóteses que particularmente nos interessaram no presente estudo.

2.3.1 Escolha das duplas

Para a escolha dos participantes, a pesquisadora assistiu/observou um total de 3 aulas de matemática na 6^a série, nas quais foi apresentada ao grupo como aluna do mestrado em psicologia cognitiva da UFPE, cuja pesquisa envolvia matemática e informática.

Esse período trouxe contribuições em dois sentidos:

- O de permitir uma observação das crianças no contexto de sala de aula, sendo possível verificar a qualidade da interação dos alunos entre si, a participação nas aulas e a própria dinâmica professor - alunos. Ou seja, já que se vislumbrava a análise da conversação entre duplas, era

importante que os alunos componentes das mesmas possuíssem uma certa aproximação que favorecesse a interação.

- No outro sentido de desenvolver uma boa aproximação entre a pesquisadora e os alunos, adquirindo aquela seu lugar no "contrato experimental" (Perret-Clemon, 1997), que não implica uma participação neutra ou à parte do processo, mas muito antes um dos ângulos constituintes do objeto de estudo, estabelecido na relação triangular: experimentador - sujeito - objeto de conhecimento.

A partir dessas observações foram selecionadas algumas crianças entre as que se mostraram interessadas em participar, durante as observações em sala de aula, situando-se também entre as mais participativas. Não foram seguidos quaisquer critérios referentes ao desempenho acadêmico ou nível de aprendizagem.

2.3.2 Composição e caracterização das duplas escolhidas

Dando continuidade a esse momento de observação das aulas esses alunos foram, individualmente, convidados pela mesma a participar do segundo momento que se daria no laboratório de informática², portanto extra-sala de aula, devendo esse aluno indicar o nome de um(a) colega com o(a) qual gostasse de trabalhar em conjunto ou que teria interesse em trabalhar.

Todos os nomes indicados pelos alunos já constavam na lista prévia de nomes elaborada pela pesquisadora. No entanto esta precaução foi válida no sentido de favorecer a interação da

² Todos os responsáveis pelas crianças foram devidamente comunicados e autorizaram a participação das mesmas por escrito.

dupla no momento da atividade conjunta com o software, uma vez que buscaríamos capturar os diálogos construídos para a análise da conversação.

2.4 Atividade com o *Calcule!*

Pelo que foi observado durante as 3 aulas, temos como pano de fundo do cenário no qual se encontram nossos participantes, um contexto de sala de aula marcado por aulas expositivas, com correção de tarefas e conseqüente chamada dos alunos à lousa, bem como pouca atividade a ser realizada pelos alunos em colaboração e/ou em conjunto. De lá, os alunos eram convidados a participar de uma atividade no laboratório de informática (portanto não inseridos no contexto próprio da sala de aula e sem a presença da turma como um todo e do professor), mas cuja atividade com o software eles deveriam realizar conjuntamente.

Esse contexto de laboratório permitiu que outras interferências menos relevantes para o atual momento do estudo - como por exemplo: interação professor-aluno, interação entre diferentes duplas, interferências próprias ao contexto de sala de aula (como outras informações contextuais que poderiam distrair os alunos etc.) - não ficassem tão em evidência quanto aquele foco que priorizamos a saber: o diálogo construído durante a interação mediada pelo software. Isso permitiu que a atenção da dupla se centralizasse na atividade com o software, possibilitando-nos verificar - antes de qualquer outro estudo - as particularidades dessa mediação.

2.4.1 Apresentação do software

O software *Calcule!* foi apresentado às crianças como um software de matemática cujo enfoque está nas operações fundamentais: adição, subtração, multiplicação e divisão. A partir da tela inicial, os 3 ambientes eram então acessados. As telas principais de cada um dos ambientes eram brevemente explicadas pela pesquisadora, que indicava alguns botões e símbolos (quadro de acertos e erros, botão para passar para a expressão seguinte, etc.) e as regras da(s) atividade(s) proposta(s) por cada ambiente. Este foi o primeiro contato de cada dupla com o *Calcule!*, e pareceu suficiente para a apresentação das funções básicas necessárias para um contato inicial com aquele jogo.

Nesse momento a pesquisadora também respondia às dúvidas dos alunos referentes a algumas características da interface e à atividade matemática em si. Além disso, explicitava a presença da câmara que faria o registro videográfico da atividade, mas cujo foco estaria em *close-up* na tela do computador, durante a maior parte do tempo. Um pequeno microfone instalado entre os alunos da dupla captaria as suas falas, ponto que muito interessava à coleta ali realizada, como também foi deixado claro. Toda essa apresentação do ambiente de laboratório gerou seqüências conversacionais nas quais os alunos também elaboravam perguntas e comentários a respeito das explicações, o que foi contribuindo para a interação da dupla com a pesquisadora, não sendo, no entanto, analisadas na presente pesquisa, embora videografadas.

2.4.2 Jogo propriamente dito

A atividade propriamente dita dos alunos com o software aconteceu após a apresentação do mesmo à cada dupla. Então os alunos eram convidados a "jogar em dupla", numa atividade conjunta, onde a pesquisadora poderia auxiliar ou responder a possíveis dúvidas que surgissem no decorrer do jogo.

Os alunos escolhiam livremente o ambiente pelo qual desejariam dar início à atividade. O tempo de duração das atividades em cada ambiente não foi preestabelecido, onde se procurou respeitar o ritmo próprio de cada dupla.

Durante a atividade, a pesquisadora interferiu, especificamente, em momentos para reconfigurar o ambiente a um nível que considerasse mais adequado aos alunos da 6^a série. Desse modo, as duplas passavam a interagir em ambientes configurados da seguinte forma:

Descalculadora: Até multiplicação, nível especialista

Cripto: Até dezenas com parcelas e resultado criptografados, nível aprendiz

Estima: tempo - 50 segundos, nível especialista

A pesquisadora em alguns momentos fez algumas intervenções consideradas oportunas para o desenvolvimento da atividade: respondeu a perguntas e dúvidas bem como fez perguntas aos alunos. Essas intervenções tanto diziam respeito às características do software e da interface como também, algumas vezes, às características da própria atividade matemática.

Como já foi dito, essa participação da experimentadora ganha lugar no objeto de estudo da pesquisa, tendo implicações realmente oportunas para investigação, como veremos nas análises e conclusões do estudo.

Ora, sendo a interação imediata um grande objetivo do texto falado, deve-se estar atento para o fato de que muitas vezes ocorrem

"pressões de ordem pragmática que acabam por sobrepor-se às exigências da sintaxe. Isto significa que o locutor, freqüentemente, vê-se obrigado a 'sacrificar' a sintaxe em favor das necessidades da interação, fato que se traduz pela presença, no texto falado, de falsos começos, anacolutos, orações truncadas, etc. bem como a recorrer com freqüência a inserções de vários tipos, a repetições e a paráfrases, com o intuito, entre outros, de garantir a compreensão de seus enunciados pelo parceiro" (Koch, 2000; p. 70).

Sendo assim, a pesquisadora perguntou, pediu esclarecimento ou fez algumas intervenções para favorecer a compreensão do diálogo e da atividade, esclarecendo possíveis ambigüidades percebidas no local.

Esses foram os momentos onde explicitamente a experimentadora apareceu como o adulto participante da interação, embora esteja claro para nós que esta participação não se dá de forma neutra em nenhum momento, nem mesmo naqueles onde sua fala ou ação não se encontravam evidentes. Ainda que "atrás das câmaras", o contrato experimental já delimitava um lugar específico para a mesma na tríade de expectativas e intenções recíprocas: pesquisadora - duplas de sujeitos - objeto de conhecimento.

Para concluirmos nosso método e passarmos a tratar dos resultados, parece oportuna a analogia entre a situação experimental e a situação didática, a partir da passagem de Brousseau (1998):

"O trabalho do professor consiste, então em propor ao aluno uma situação de aprendizagem para que elabore seus conhecimentos como resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar ou os

modifique como resposta às exigências do meio e não a um desejo do professor. Há uma grande diferença em adaptar-se a um problema formulado pelo meio e adaptar-se ao desejo do professor. A significação do conhecimento é completamente diferente. Uma situação de aprendizagem é uma situação onde o que se faz tem um caráter de necessidade em relação às obrigações que não são arbitrárias nem didáticas. No entanto, toda situação didática contém algo de intenção e desejo do professor". (p. 49)

Essa reflexão relaciona-se ao lugar e às expectativas dos participantes no processo, pois havendo desejo por parte do experimentador, os sujeitos estão aí incluídos; por outro lado, havendo desejos por parte dos sujeitos, inclui por sua vez expectativas quanto ao experimentador; e estão ligados ambos ao outro ângulo da tríade, que diz respeito ao objeto de conhecimento.

Para que a relação aconteça realmente de forma triádica, podemos continuar com a comparação mencionada acima, e dizer que "é necessário que o professor consiga que o aluno esqueça os pressupostos didáticos da situação. Sem isso, entenderá a situação justificada somente pelo desejo do professor" (p. 49).

O exame aprofundado dessa atividade permitirá localizar, sobre as ações mediadas pelo *Calcule!*, os momentos que contribuem para a construção social de significados através de tal mediador. Em outros termos, estudamos os microprocessos dessa construção que são feitos de negociações locais, levando em consideração - em todo o caso - que esse caráter aparentemente lógico é apenas uma parte de um fenômeno bem mais complexo que envolve também gestos inconscientes, por exemplo, não priorizados na presente pesquisa.

Passaremos agora às análises e discussões, onde todas essas relações podem ser melhor compreendidas em processo de desenvolvimento, durante a situação experimental descrita neste capítulo que encerramos.

3. ANÁLISES E DISCUSSÕES

"Como a oposição entre o homem e a máquina poderia ser tão radical? O recorte pertinente não passa pela sociedade dos humanos de um lado e as raças das máquinas de outro." (Levy, 1997, p. 191)

Para a seleção dos dados conversacionais analisados neste estudo, optamos pelo recorte sobre as transcrições das atividades de uma das duplas analisadas. Como foi descrito anteriormente, as duplas foram compostas por alunos da 6^a série e, sobre estas transcrições, a dinâmica discursiva foi analisada através de uma interpretação da atividade com base na análise da conversação, por entendermos esta como prática social comum, que além de desenvolver um espaço privilegiado para construção de identidades sociais no contexto real, também exige uma enorme coordenação de ações.

A perspectiva microgenética permitiu acompanhar as ações dos usuários, capturando as diversas construções e cadeias de significados que se manifestavam em suas falas e desempenhos frente ao computador, registradas através da videografia. Selecionamos alguns episódios que foram capturados a partir da análise videográfica, porém através da "lente" da Análise da Conversação com contribuições da teoria dos Atos de Fala, como foi melhor desenvolvido anteriormente, no capítulo 1 (1.2 - Discurso e Aprendizagem).

Assim, sobre a dinâmica comunicativa dos alunos durante o uso do *Calcule!*, nossa unidade de análise foi a *quebra de tópicos*, ou melhor, os limites entre as seqüências tópicas, estabelecendo as causas e as conseqüências das quebras e mudanças ocorridas. Veremos que

esses momentos singulares nos possibilitaram estabelecer alguns parâmetros para a elaboração de um modelo para avaliação de software educacional.

O presente capítulo está dividido em 3 pontos principais: primeiramente fazemos uma análise sobre episódios específicos da dupla durante o uso do *Calcule!* (3.1); após isso tentamos identificar algumas características gerais percebidas na interação da dupla com o programa onde também faremos um esboço da estrutura tópica da conversação mediada pelo *Calcule!* (3.2); e, finalmente, algumas idéias-chaves desenvolvidas na presente pesquisa e que visam a avaliação de software educacional (3.3).

3.1 Análise de episódios específicos

Os estudos aconteceram sobre uma estrutura mais ampla, ou seja, as 4 duplas da 6ª série participantes da pesquisa foram analisadas nas mesmas condições de análise. No entanto, para os objetivos propostos, nos limitaremos ao relato dos episódios específicos referentes a um único caso a saber: as atividades de uma das duplas - M e T - com o software. A escolha desta dupla em particular (M e T), diz respeito ao fato de que a mesma empenhou-se mais que as outras na atividade, parecendo mais motivada a participar da pesquisa, gerando, conseqüentemente, mais diálogos. Como interessava-nos particularmente a análise da conversação e como percebemos que, de uma forma geral, as análises das duplas foram equivalentes em relação aos nossos objetivos, selecionamos apenas os episódios deste caso em especial para apresentá-los aqui³.

A análise do caso detalhadamente apresentada será representativa para nossas conclusões e torna-se mesmo o modo mais adequado para apresentação do que de particular

³ Eventualmente dois episódios (duplas AF/AS e D/H) serão utilizados aqui apenas com a função de melhor ilustrar e/ou especificar um determinado aspecto percebido também na análise da dupla M e T.

aconteceu na interação das duplas com o *Calcule!*. Ou seja, a mesma análise poderia incluir ainda os exemplos advindos dos protocolos das demais duplas, mas isso apenas tornaria mais longa a dissertação, sem acrescentar novidades para a compreensão dos processos, eventos e relações no contexto da situação, bem como para a descrição dos mecanismos que contribuíram com o nosso argumento.

Mostraremos o detalhamento dos extratos das conversações sobre os quais elaboramos algumas idéias referentes a avaliação de software educacional, e a partir dos quais procuramos clarificar e exemplificar, em seus pormenores, a forma como os momentos de *mudanças* e *quebras de tópicos* estiveram relacionados com a qualidade das interações entre os usuários e a interface do software.

As transcrições das conversações seguiram alguns sinais mais freqüentes e úteis aos efeitos desejados, os quais foram adaptados a partir das sugestões de Marcuschi (1991) e estão listados a seguir:

1. Falas simultâneas: [[
2. Sobreposição de vozes: [
3. Sobreposições localizadas: []
4. Pausas: (+) - para cada 0.5 segundos e o total de segundos entre parênteses (1.7) - para pausas além de 1.5 segundos
5. Truncamentos bruscos: /
6. Ênfase ou acento forte: MAIÚSCULA
7. Alongamento de vogal: ::::
8. Comentários do analista, inclusive indicações de QUEBRA: (())
9. Sinais de entonação: Aspas duplas "- corresponde mais ou menos a uma interrogação

10. Aspa simples ' : Algo como uma vírgula ou ponto e vírgula
11. Aspa simples abaixo da linha , : para descida leve ou brusca
12. Repetições: reduplicação da letra ou sílaba
13. Sinal de recorte sobre um contexto mais amplo anterior ou seguinte, que não se encontra na presente transcrição: /.../
14. Sinal de que a transcrição dá continuidade ao protocolo anterior ou ao seguinte: /cont./
15. Comentários a respeito do que está ocorrendo na tela do computador em um momento específico: < >
16. Os nomes dos componentes das duplas foram preservados, mantendo-se apenas suas iniciais em letra maiúscula, por exemplo: M e T (a pesquisadora está representada nas transcrições pela letra P).

Para uma melhor organização e compreensão do material a seguir, dividimos os episódios em relação a sua ocorrência nos três ambientes do software *Calcule!* (*Descalculadora*, *Cripto* e *Estima*), apontando os momentos das quebras de tópico e suas causas, caracterizando também suas conseqüências:

- a) *Subseqüências Encaixadas Formulativas* (que abordam como tratar o tópico em pauta);
- b) *Subseqüências Encaixadas Subordinadas* (que estão vinculadas ao tópico anterior) e;
- c) *Subseqüências Encaixadas Associativas* (cujo vínculo com o tópico anterior dá-se acidentalmente).

Após cada episódio, um quadro referente ao modelo de análise aplicado é explicitado para uma maior sistematização dos dados:

Ambiente: Refere-se ao ambiente que está sendo analisado		
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada

		Tipo	Subtópico
Qual o quadro tópico que está sendo desenvolvido antes da quebra	O que causou a quebra de tópico para o tratamento de uma nova seqüência tópica	Qual o tipo de seqüência gerada a partir da quebra	Qual o tópico tratado nessa subseqüência gerada após a quebra

Para especificar o conteúdo próprio do tópico desenvolvido na subseqüência, procuramos nos aproximar o tanto quanto possível da perspectiva contextual dos interlocutores, a qual é evidenciada do ponto de vista do próprio aluno e, por isso, as terminologias que usamos para especificar tais conteúdos direcionam-se a essa visão, muito mais do que a especificidades do conceito ou do currículo as quais tais falas poderiam estar vinculadas.

Ou seja, aqueles que falavam durante o uso do *Calcule!* não eram matemáticos ou experts, nem estudiosos do design. Portanto procuramos nos aproximar daquilo que os próprios interlocutores diziam ou faziam para manter a coerência na conversação. Essa tentativa aproxima-nos da etnometodologia, que se posiciona em reação ao uso de metalinguagens que recobrem o que os "atores sociais" fazem ou dizem em determinada prática situada (Hindmarsh e Heath, 2000).

Essas noções advindas da Análise da Conversação, incluindo tais categorias de subseqüências, possibilitaram um certo formato para as observações no momento da análise, servindo-nos de princípio organizador capaz de fornecer, como mostra Latour e Woolgar (1997) um "fio de Ariadne que guia o observador no labirinto em que reinam o caos e a confusão." (p. 36-37)

O nosso fio de Ariadne orientou-nos para não nos perdermos nesse labirinto de conexões semióticas, o qual é construído na rede de significados compartilhados entre os alunos

durante a atividade. Não se perder no labirinto significa podermos reconstruir os caminhos dessa interação para chegar aos objetivos propostos. Vejamos então como reconstruímos tais caminhos.

3.1.1 Ambiente *Descalculadora*

Episódio 1- A

Após a apresentação do software pela pesquisadora, a dupla acessou o ambiente *Descalculadora*. Com o clique no *botão iniciar* e a conseguinte alteração na interface (<som martelo destruindo as teclas>, linha 4), a aluna M inicia um turno, que se trata de uma assertiva, no sentido de que está apenas fazendo uma leitura da expressão que apareceu no visor (linha 7):

/.../

- 1 T - primeiro nós vamos começar do início + ((clica em <Descalculadora>))
- 2 M - descalculadora + ((cursor sobre o botão iniciar)) iniciar ((clica em <iniciar>))
- 3 <som de iniciar>
- 4 <martelo destrói algumas teclas: 2 4 7 9> <som de martelo destruindo teclas>
- 5 T - eita +
- 6 [
- 7 M - eita ((ri)) ali na expressão ((cursor sobre a expressão que aparece na máquina: <2 - 11 + 6 + 15>))
- 8 dois menos onze: mais +++
- 9 T - tem que achar uma expressão que dê o mesmo resultado que essa' né" ((QUEBRA))
- 10 P - Você vai fazer uma outra expressão
- 11 T - equivalente é que dê o mesmo resultado que:/ né"
- 12 []
- 13 M - equivalente/ (incompreensível) qual é uma expressão que dá onze"
- 14 T - que tem uma solução igual
- /.../

Como vemos acima, T não dá continuidade à leitura de M, interrompendo-a para esclarecer uma dúvida quanto à regra do jogo: *tem que achar uma expressão que dê o mesmo resultado que essa, né"* (linha 9). Essa pergunta aborda como tratar o tema ou, mais diretamente, como "jogar", dando início a um subtópico que direciona para a regra do jogo o foco da conversação. Assim, configura-se na conversa uma *Subseqüência Encaixada Formulativa* que trata de estabelecer as diretrizes para que novos tópicos possam ganhar lugar na atividade.

Observando a continuidade desta subseqüência, vemos que o tópico *regra do jogo* faz referência ao conceito de expressão equivalente, vinculando-se ao domínio matemático (ao qual o software pertence), como pode ser percebido na elaboração de T feita nos turnos seguintes (linhas 11 e 14, respectivamente): *equivalente é que dê o mesmo resultado que:/ né"* e conclui: *que tem uma solução igual*. Mesmo assim, seu desenvolvimento implica muito mais em como tratar as futuras ações do que no conceito matemático de equivalência de expressões.

Ambiente: Descalculadora

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	dúvida do aluno quanto à regra do jogo do jogo	Formulativa	regra do jogo: conceito de expressão equivalente

Episódio 2 – A

A aluna M a partir de uma leitura inicial da expressão numérica que aparece no visor (linha 6 - sentença assertiva), retoma um tópico que é, em sua gênese, aritmético. Ou seja, os usuários orientam suas falas a partir da própria representação matemática na interface:

/.../

- 1 < 2 - 11 + 6 + 15 >
- 2 M - (incompreensível) dois menos onze +
- 3 [[
- 4 T - dois menos onze +
- 5 P - vocês estão falando baixinho
- 6 M - ((ri)) onze mais seis mais quin:ze" dezessete/ mais quinze/
- 7 T - vamos resolver do início/ dois menos onze vai dar nove
- 8 []
- 9 M - é
- 10 T - mais seis dá quinze
- 11 M - quinze mais quinze dá trinta
- 12 [
- 13 T - trinta
- 14 M - aí + deixa eu ver uma expressão aqui' ((QUEBRA))
- 15 T - poderia ser" humm
- 16 M - tem que ser uma bem pequena né" dexeuver: + trin:::ta e cinco/ trinta e cinco menos cinco" vai dar
- 17 trinta também'
- 18 T - mas não pode, o resultado dessa/
- 19 M - por que não pode"
- 20 T - o resultado dessa ((apontando para a expressão da máquina)) deu quanto"
- 21 M - trinta

- 22 T -deu trinta
 23 M - trinta e cinco menos cinco deu trinta
 24 T - ou senão a gent/ nós poderíamos fazer + hum ++
 25 M - bota aí pra ver se dá"
 26 T - dez/ mais quinze/ mais cin::co poderia ser'
 27 ((M se adianta e pega o mouse))
 28 M - dez <10> mais <+ >quinze <15> mais cinco < +> <5>
 29 [[
 30 T - mais quinze mais cinco
 31 M - aí"
 32 T - avaliar/
 33 P - igual
 34 M - igual ((clica no < = >))
 35 < som de erro >
 /cont./

Embora longo, o episódio acima nos mostra uma continuidade na seqüência, havendo uma convergência das ações iniciais dos usuários para a resolução da expressão numérica que aparece no visor. Como podemos perceber, as falas entre as linhas 2 e 13 realmente estão voltadas para os cálculos correspondentes às adições e subtrações existentes na expressão. A partir do ato de fala indireto de M (*deixa eu ver uma expressão aqui'* – linha 14) há um direcionamento das ações e a dupla, a partir deste ponto, converge as ações para a elaboração de *expressões equivalentes*, ponto este que, agora sim, constitui um tópico na conversação.

Ambiente: Descalculadora			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	intervenção de um dos participantes da dupla	Subordinada	elaboração de expressões equivalentes

No entanto os alunos resolveram a expressão sem respeitar qualquer critério procedimental de ordem ou regras de sinais, próprio à resolução de expressões numéricas, como podemos perceber pelo contexto de fala dos participantes. A diretiva da aluna M, na linha 25: *bota aí pra ver se dá*, não é aceita pelo aluno T, que continua concentrado na elaboração de uma expressão equivalente, através da decomposição numérica: *dez/ mais quinze/ mais cin::co poderia ser'* (linha 26). Percebemos a própria M movimentando-se, tomando o controle do mouse e agindo, aceitando a colaboração de T. Após confirmar a expressão que elaboraram ($<10 + 15 + 5>$) - clicando no botão de igual $<=>$ da máquina de calcular (linha 34) -, o erro é acusado ao final ($<\text{som de erro}>$).

Este erro foi imediatamente indicado pelo sistema e apareceu na tela, no quadro de acerto e erro, com o símbolo $<X>$. O tópico seguinte, como iremos observar abaixo, abordou as causas do erro e teve início com a intervenção da pesquisadora (linha 5), que direciona a dupla para o porquê do erro, após a assertiva da aluna M (linha 4), que fazia a leitura das indicações no quadro de acerto e erro:

/cont./

- 1 $<\text{som de erro}>$
- 2 ((mouse em direção ao quadro de acertos e erros, onde apareceram as expressões: $< 2 - 11 + 6 + 15 = 10 + 15 +$
- 3 $5 >))$
- 4 M - dois menos onze mais seis mais quinze, igual a dez mais quinze mais cinco
- 5 P - deu erro, por q ue" por que vocês acham que deu erro" ++ ((QUEBRA))
- 6 M - apaga tudo/ deixe eu + fazer aqui ((leva o mouse até a calculadora e clica no botão apaga tudo,
- 7 desfazendo a última expressão elaborada))
- 8 $<\text{apagar tudo}>$
- 9 $<\text{som de operação apagada}>$
- 10 P - para repetir a expressão você clica no xiszinho vermelho, aqui' ((aponta para o x de errado no quadro
- 11 de acertos e erros))
- 12 M - ((clica no $<X>$))
- 13 $<\text{martelo quebrando outras teclas: 1, 4, 8}>$
- 14 P - mesma expressão só que agora com outras teclas quebradas
- 15 M - humhum

16 [

17 T -hum

18 M -deixa eu ver + dois menos ++ ((leva o mouse até a expressão)) vê só T' tu acha que invert/ invertendo

19 essa operação e botando quinze mais seis mais onze menos dois/

20 P - M, afaste só um pouquinho aqui ((posicionando M um pouco mais à esquerda da tela para não

21 comprometer a imagem videografada))

22 T - poderia, poderia dar certo, né"

23 M -é, só que tem algumas teclas que estão quebradas aí não dá

24 T - é mesmo, como por exemplo/ NÃO/ as teclas estão a favor da gente as que estão certas, vamos ver

25 invertendo, será que vai dar certo"

26 M -dá não porque vai ter que pegar o quinze ((aponta com o dedo para as teclas quebradas: 1, 4 e 8))

27 [[

28 T - é, o quinze, então deixa eu ver +

29 M -se botar aqui/ trinta e cinco" deixa eu ver

30 T -nove mais:: seis/

31 M -deixe eu ver aqui, sei não, T

32 T - poderia ser nove mais seis ((clica < 9 > <+> <6>)) que vai dar igual a 15 ((clica <+>)) mais quinze ((

33 leva o mouse até as teclas 1 e 5))

34 M -só que não dá ((percebendo que a tecla <1> está quebrada))

35 T -EITA

36 M -não essa aí

37 [[

38 T - per aí per aí nove mais seis" mais

39 M -nove mais seis" nove mais seis" nove mais seis, ou então + nove vezes dois mais seis vezes dois

40 T - é, a gente só tá somando' a gente só tá fazendo a conta com o sinal de adição, com o mais/ agora

41 vamos fazer com o vezes

42 M -((apaga tudo)) deixa eu ver nove < 9 > <X> vezes dois <2> mais seis <+> <6> vezes dois <X> <2>

43 < som de erro>

/cont./

Auxiliados pela pergunta da pesquisadora, eles retornaram ao quadro tópico anterior, repetiram a expressão e começaram a elaborar hipóteses para a causa do erro, respondendo ao questionamento de P: *!.../ por que vocês acham que deu erro*" (linha 5). Como indicado pela pergunta de M na linha 18: *!.../ vê só, T, tu acha que invert/ invertendo essa operação e botando quinze mais seis mais onze menos dois*", observamos o desenvolvimento de uma primeira hipótese para a causa do erro, que consiste em verificar se a inversão da ordem de

resolução da expressão afetaria o resultado. Elaboraram ainda uma outra hipótese, percebida pelo condicional "se" ainda sem uma ação correspondente na tela (linha 29): *se botar aqui trinta e cinco" deixa eu ver.*

Percebemos que ao elaborarem o subtópico referente às possíveis causas para o erro na questão, os alunos desenvolveram raciocínios aritméticos gerados pela intervenção da pesquisadora a partir da acusação de erro pelo programa <som de erro>, onde alguns marcadores conversacionais durante as falas dos alunos como *humm* e pausas que sustentaram o turno, indicaram uma forma de organização do pensamento, mais do que uma falta de engajamento na atividade. Trata-se de uma *Subseqüência Encaixada Subordinada*, vinculando-se ao tópico anterior que se centralizava em *expressões numéricas*. Quando M sugere uma expressão com o uso da multiplicação iniciada na linha 39: */.../ nove vezes dois mais seis vezes dois*, T imediatamente concorda e atribui o erro anterior ao fato de terem usado apenas adição (linha 40): *é, a gente só tá fazendo a conta com o sinal de adição, com o mais/ agora vamos fazer com o vezes*. Esse seu ato de fala diretivo é assumido como uma sugestão e não como uma ordem (tal como percebido pela força ilocucionária) para que a interlocutora M realize a ação na tela, já que ela era quem detinha o mouse. Quando M aceita o pedido de T e realiza a ação na interface, no entanto, percebemos que a conclusão de T não foi adequada.

Ambiente: Descalculadora

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressões numéricas	feedback do programa + interferência da pesquisadora	Subordinada	elaboração de hipóteses matemáticas para a causa do erro: ordem na resolução

Logo esse fato foi acusado novamente pelo sistema, que indicou erro para a resposta, como continuado abaixo:

/cont./

- 1 < som de erro>
 2 M - oxe"
 3 T - nada a ver
 4 P - por que" por que será" será que o resultado daquela expressão é trinta mesmo" ((QUEBRA))
 5 T - é:: é não, por isso que: vê: nove vezes dois/
 6 M - claro que não dá pra resolver dois menos onze, né" que dois né menor do que onze"
 7 P - e aí"
 8 M - deixa eu ver+
 9 T - onze mais seis dá dezessete, dezessete mais quinze ((passando o cursor sobre a expressão)) ++ então
 10 (incompreensível) vai dar onze
 /.../

A pesquisadora intervém outra vez, mas agora com uma pergunta que direciona os alunos no sentido de olharem novamente para a expressão anterior, colocando em dúvida o resultado da mesma (linha 4): *por que" por que será" será que o resultado daquela expressão é trinta mesmo*". Assim, M assalta o turno de T e chega à conclusão que aponta para o motivo do erro (linha 6): *claro que não dá pra resolver dois menos onze, né" que dois né menor do que onze*". O *claro* dessa sentença indica a convicção de M quanto à sua conclusão. Deste ponto, segue a elaboração de novos tópicos voltados para a solução da atividade, portanto centralizados novamente no quadro tópico expressão numérica, e já não mais abordando a causa do erro.

Como podemos perceber, o *feedback* para acerto e erro foi fundamental na construção das seqüências tópicas nesse episódio. Assim também foi a possibilidade de repetir a expressão indicada como erro no quadro, a partir da qual foi possível elaborar expressões a fim de detectar a causa do erro, gerando algumas reconstruções interessantes entre a dupla. No entanto uma intervenção da pesquisadora (que podemos tomar como uma diretiva no sentido de que buscava dos interlocutores uma atenção para o detalhe específico que indicaria o verdadeiro motivo pelo qual não conseguiram a resposta correta) foi o que

gerou tanto o desenvolvimento do subtópico abordando a causa do erro, quanto colaborou para a convergência de novos significados, com o conseqüente retorno ao quadro tópico anterior. O papel de um "outro" que colaborasse com os usuários diante do software aparecerá em futuros episódios, sobre os quais desenvolveremos mais detalhadamente uma análise.

Ambiente: Descalculadora			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de hipóteses matemáticas: expressões numéricas	feedback do programa + interferência da pesquisadora	Subordinada	elaboração de hipóteses matemáticas para a causa do erro: ordenação numérica

3.1.2 Ambiente Cripto

Episódio 1 - B

A partir de um marcador pré-posicionado, a pesquisadora P toma o turno (linha 1) após a abertura possibilitada pelo programa <boneco simbolizando acerto> e prepara sua ação de aumentar o nível de dificuldade, que passaria do *nível iniciante* para o *nível aprendiz*:

/.../

- 1 P - hum, posso" ((pesquisadora pega o mouse)) Estou achando que está muito fácil para vocês,
2 ((QUEBRA))

3 M - ((ri))
 4 P - vou botar aqui em configurar ((clica em <configurar>)) <tela de configurar para o ambiente Cripto>
 5 olha aí, vocês estão no nível iniciante, eu vou botar no nível aprendiz ((clica sobre o nível aprendiz)) <som
 6 característico à esta ação na tela> ((clica em <voltar>))
 7 ((volta à tela do Cripto))
 8 < tela do Cripto>
 9 < AAAA
 10 + AAAA
 11 AAAA >
 12 M - áááá ((lendo o rápido movimento das letras antes de surgir uma nova operação criptografada na tela :
 /cont./

Vemos que a intervenção foi marcada na conversação: *hum, posso" estou achando que está muito fácil para vocês* (linha 1). Depois disso, a pesquisadora vai explicitando seus passos concomitantemente às alterações do ambiente, que acontecem de acordo com suas ações na interface de configuração (linhas 3 a 6).

Nota-se que pela própria familiaridade da pesquisadora com o programa e também talvez por estarem claras as opções, não aparecem mais que dois turnos intercalados com ações na tela e alterações nas configurações do ambiente, desde a tomada *hum, posso"* até o *áááá* de M fazendo menção às mudanças que ocorriam na interface no ambiente *Cripto* quando retornaram ao mesmo.

Mas é interessante observar que após o retorno à interface principal do ambiente, com a reconfiguração para o nível aprendiz, o tópico conversado ainda não se relaciona com qualquer conteúdo matemático, mas sim com o software, ou mais especificamente, com a atividade proposta pelo software e agora modificada, como vemos na continuação abaixo:

/cont./
 1 < DC
 2 + B
 3 EG >
 4 T - vai no mais cripto/ meu deus

- 5 M - e agora"
 6 ((clica em <mais Cripto>))
 7 <som de mais Cripto>
 8 < G é menor que D>
 9 M - gê é menor que dê
 10 T - gê é menor que dê, meu deus do céu
 11 M -como é que a gente vai saber o resultado" ai meu deus' só se for no chute ((QUEBRA))
 12 T - não' no chute, não
 13 M -não/ mas ó pra aí' os resultados também são letras ((aponta com o mouse para os resultados no
 14 criptograma))
 15 P - e aí" vamos tentar resolver essa aqui e se ficar muito difícil a gente volta pra lá
 16 < som de mais Cripto>
 /.../

Podemos caracterizar essa seqüência enquanto *Subseqüência Encaixada Formulativa*. Os usuários tentam uma adaptação à interface e desenvolvem turnos relacionados ao como e ao quê poderão conversar em relação àquele ponto (entre as linha 4 e 14). Esta seqüência relaciona-se a um tópico que não tem ligação com a aritmética visada, e ocorreu devido às dúvidas quanto a regra do jogo, caracterizando uma adaptação à atividade. Embora no decorrer da seqüência haja um momento de convergência, para que o tópico volte a ser matemático. A partir do clique em <mais Cripto> há essa tentativa de que o tópico conversacional volte a ser matemático (linhas 9 e 10), mas os alunos logo voltam a abordar o tópico referente às características da interface e suas conseqüentes alterações nas regras do jogo, personalizadas agora para um grau de dificuldade adequado ao nível da dupla.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
organização do quadro global: leitura de criptos	alteração na configuração pela pesquisadora	Formulativa	regra do jogo

Episódio 2 - B

/.../

- 1 ((criptos já abertos até aqui:
 2 <C + E = 13>
 3 <D é ímpar>
 4 <C é maior que E>
 5 M - C é maior que E, né"
 6 T - peráí, cê é maior que E"
 7 M - É, sim/ E mais:: / mais dica
 8 < som de mais cripto>
 9 < E + B = 6>
 10 T - E mais B
 11 [
 12 M - E mais B
 13 T - dá igual a seis
 14 M - então bê pode ser dois
 15 []
 16 T - dois
 17 < som de clique duplo>
 18 < dois com a cor vermelha>
 19 M - agora mais outra' vai (incompreensível) no mais cripto
 20 < som de mais cripto>
 21 < C é maior que E>
 22 T - cê é maior que E
 23 []
 24 M - cê é maior que E
 25 T - cê é maio:::r que E
 26 M - ((ri)) tá CERTO
 27 P - falta o valor de qual" ((QUEBRA))
 28 T - da letra+ bê e da letra G
 29 [[
 30 M - mas também repetiu essa daqui ((apontando para os criptos))
 31 P - foi ((ri))
 32 T - ôxe'
 33 M - ((ri)) como é que pode"
 34 P - eu acho que ele cansou de dar dicas ((ri))
 35 M - ((ri)) e não ajuda a gente
 36 T - ((ri)) cê maior que E::

/.../

Os alunos armam o quadro tópico a partir da abertura de informações possibilitadas pelo botão <mais cripto>. Na linha 30 M chama a atenção para o fato de que um dos criptos foi repetido pelo sistema: <C maior que E> e aconteceu a quebra, com o questionamento para esse fato na subsequência gerada. Mais importante aqui do que o fato de uma das informações ter sido repetida é que uma nova informação seria outra possibilidade de construção de significados para a elaboração de incógnitas, ou seja, uma colaboração a mais por parte do software para o desenvolvimento da questão, que não aconteceu. Só então na linha 36, T, através de uma assertiva, retorna a armação do quadro tópico para a continuação da atividade.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subsequência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
organização do quadro tópico: leitura de criptos	intervenção da pesquisadora	Formulativa	consequências dessa repetição para a atividade

Episódio 3 - B

Em determinados momentos durante o uso deste software pareceu haver a necessidade de um organizador global do raciocínio recorrido pelos usuários para que não se

perdessem em meio às informações. Esses organizadores são bastante frequentes nas conversações cotidianas de uma forma geral. No estudo em questão, os mesmos aconteceram como exemplificado no final do episódio abaixo, em que os participantes explicitaram as incógnitas que não haviam sido respondidas ainda por eles.

Novamente exibiremos um longo episódio, para que a análise não fique fragmentada, na tentativa de darmos a dimensão da condução dos usuários na seqüenciação tópica. O episódio mostra claramente a armação do quadro tópico no início da atividade. Como o aluno T resolve abrir todos os criptos a partir do botão <mais cripto>, houve um encadeamento de idéias matemáticas ligando os diferentes tópicos sugeridos pelo programa. Podemos perceber esta armação do quadro tópico entre as linhas 6 e 25:

/.../
 1 < DC
 2 ±B
 3 E G >
 4 /.../
 5 < som de mais cripto >
 6 < B + D = 5 > < G é menor que D >
 7 M - bê mais dê
 8 < som de mais cripto >
 9 M - per aí / tá bom T.
 10 < som de mais cripto > < C é ímpar >
 11 T - cê é ímpar
 12 < som de mais cripto > < C é maior que D >
 13 T - cê é maior que dê
 14 M - tá bom ' tá bom '
 15 < G é menor que C >
 16 ((clica em <mais cripto> 2 vezes))
 17 T - gê é menor que cê, tem mais opção, não
 18 M - bê mais dê é igual a cinco
 19 T - bê mais dê
 20 M - é igual a cinco
 21 []

- 22 T - é igual a cinco, poderia ser três/ se gê é menor que dê/ ((QUEBRA))
- 23 M - é menor que cê
- 24 T - é, gê é menor que dê
- 25 M - e menor que cê, também ((pesquisadora aponta para os criptos aos quais se referem))
- 26 T - é gê é menor que cê, poderia ser três e o dê poderia ser + cinco
- 27 M - cê é maior que dê e gê é menor que dê
- 28 T - mas cê é um número ímpar/ cê é um número ímpar ((QUEBRA))
- 29 [[
- 30 M - cê é um número ímpar + deixa eu ver aqui de cê para cima, um' três'
- 31 cinco' sete' nove'
- 32 T - gê é maior que cê
- 33 M - ai meu deus
- 34 T - bê mais dê é igual a cinco
- 35 M - bê mais dê/ então, pode ser que o bê seja três e dê seja dois ou então vice e versa, porque aí tá errado
- 36 T - cê é maior/
- 37 P - vamos testando as hipóteses de vocês"
- 38 M - deixa eu ver ((aponta com o dedo para a operação, ao mesmo tempo T também leva o cursor para a
- 39 operação)) BOTA AÍ, bê' bê é igual a três' bê' três, e dê++ ((clique duplo no 3, para a letra B))
- 40 < som de clique duplo>
- 41 < cor vermelha para o número três em B> dois < som de clique duplo>
- 42 < cor vermelha para o número dois em D>
- 43 T - Agora, presta atenção + a letra cê é um número ímpar
- 44 M - cê"
- 45 T - é um número ímpar
- 46 M - olha isso aí/ ((referindo-se à ausência do algarismo 3 para as hipóteses de C)) não pode ser três a letra
- 47 cê/ pode ser um' pode ser/ ((QUEBRA))
- 48 T - tem várias possibilidades
- 49 P - pode ser um, mas só que ele é maior que B, né"
- 50 T - é' pode ser ++ pode ser:: três +
- 51 M - cê é maior que um/ é/ só que não tem mais três +
- 52 P - e aí"
- 53 M - CINCO
- 54 T - ((leva o cursor até em baixo, no quadro de hipóteses, e volta a subir para o criptograma))
- 55 M - bota cinco aí/ bota cinco
- 56 T - aonde"
- 57 M - bota cinco em::: cê' cê né maior que dê" ((clica para C no algarismo 5))
- 58 < cor vermelha para o número 5, em C>
- 59 T - e não é um número ímpar"
- 60 M - é agora,
- 61 P - só falta o número gê ((QUEBRA))

62 M - gê e é
/.../

No final do episódio, após um conjunto de seqüências que lhes possibilitou escolher algumas hipóteses, vemos que os participantes sentiram a necessidade de organizar melhor suas próximas seqüências. Pelas falas nas linhas 61 e 62 percebemos que recorreram a *frames*, os quais organizavam um quadro global para a introdução das sentenças futuras, utilizando para tanto a percepção das informações na tela, e sendo tais *frames* necessários à estruturação de seus raciocínios sobre o tema. Isso porque a abertura de todos os criptos desencadeou uma quantidade muito grande de segmentos tópicos: números pares e ímpares, ordenação, hipóteses algébricas, entre outros conectados muitas vezes em um mesmo turno (como na linha 22, em que T liga sua conclusão de uma hipótese algébrica ao tema ordenação numérica).

As diferentes quebras ocorridas, no entanto, geravam *subseqüências encaixadas subordinadas*, vinculadas que estavam todas ao tópico aritmético inicial. Como vemos, na linha 28 o aluno T chama a atenção para uma das informações advindas do mais cripto: *mas cê é um número ímpar*. A partir dessa leitura, a dupla converge seus significados de números ímpares, elaborando hipóteses para a letra C que excluem os números pares, como inicia M na linha 30.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
relação de maior quê e menor quê entre números: ordenação numérica	leitura de mais crito na interface	Subordinada	números pares e ímpares

Ao desenvolverem a seqüência representada no quadro acima, os alunos continuam alternando entre leituras de <mais cripto> sem desenvolver propriamente uma seqüência na conversação, onde entre as linhas 32 e 42 (salvo o compartilhamento de significados ocorridos nas linhas 34 e 35, em que os alunos se empenham em elaborar algumas hipóteses algébricas), não há uma convergência de significados entre os participantes. Até que T, linha 43, instala uma quebra ao colaborar novamente com a leitura de que *cê é um número ímpar*.

Vemos que o software ofereceu alguns recursos para aliviar a carga de memória do usuário, como na linha 46, na qual M se refere à ausência do algarismo 3 para as hipóteses sobre a letra C, visto que 3 já havia sido escolhido para a letra B. Esse *auxiliar mnemônico* permitiu que o fluxo da conversação continuasse sem a necessidade de uma reconstrução futura, já que, na atividade, cada letra corresponde a um número diferente.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de hipóteses algébricas	significado para a ausência de um algarismo no quadro de hipóteses	Subordinada	reconstrução da hipótese: números pares e ímpares

Quando M conclui a subseqüência asserindo que faltavam elaborar hipóteses para as incógnitas *gê e E* (linha 62), observamos uma sistematização das informações de forma a permitir uma continuidade à atividade, que exigia uma certa carga à memória de curto prazo. Foi uma breve quebra, gerada pela necessidade dos usuários de organizarem suas idéias para continuarem desenvolvendo o quadro tópico.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

elaboração de expressão numérica	leitura das escolhas ainda não realizadas no quadro de hipóteses	Formulativa	organização para um quadro tópico futuro: elaboração de hipóteses
----------------------------------	--	-------------	---

Uma das tentativas do *Calcule!* para também aliviar a carga de memória do usuário foi a possibilidade de trabalhar com as cores no ambiente *Cripto*: escolhas provisórias são indicadas pelos guidelines simultaneamente físicos e semânticos: por um clique simples (e correspondente cor verde para o algarismo escolhido), e escolhas definitivas que são indicadas através do clique duplo (e correspondente cor vermelha para o algarismo). De qualquer forma, as escolhas definitivas ainda podem ser mudadas caso haja a necessidade por parte do usuário.

No entanto esse recurso foi pouco utilizado pelas duplas, já que desde o início faziam uso do clique duplo - cor vermelha - mesmo para as escolhas provisórias. Não podemos afirmar se isso deveu-se à ineficácia do *guideline físico* (os cliques simples e duplos para conseqüências diferentes), se à utilização de algumas cores específicas - verde e vermelho - em detrimento de outras, ou mesmo se à pouca ênfase dada a esta possibilidade no momento de apresentação da atividade pela pesquisadora. Podemos ainda supor que, existindo a possibilidade de alteração futura até mesmo para as escolhas definitivas, os alunos sentiam-se confortáveis na utilização do guideline físico - clique duplo, visto que o mesmo era reversível, estimulando-os a prosseguir com segurança na atividade. Pareceu haver uma preferência por esse princípio de reversibilidade pelos usuários.

Episódio 4 - B

Encontramos ainda no ambiente *Cripto* (na seqüência do mesmo criptograma descrito acima) exemplos daquele recurso que serviu de *auxiliar mnemônico* e sobre o qual já

desenvolvemos algumas idéias. Então vejamos o episódio abaixo no qual transcrevemos apenas um trecho da atividade em andamento, e os alunos já haviam marcado algumas das hipóteses no quadro de hipóteses. Essas hipóteses escolhidas e marcadas com a cor vermelha - definitivas - eram: $\langle B=3 \rangle$; $\langle C=9 \rangle$; $\langle D=2 \rangle$ e os criptos abertos eram: $\langle B + D = 5 \rangle$; $\langle G \text{ é menor que } C \rangle$; $\langle C \text{ é ímpar} \rangle$; $\langle C \text{ é maior que } D \rangle$; $\langle G \text{ é menor que } C \rangle$. Assim:

/.../
 1 < DC
 2 + B
 3 E G >
 4 /.../
 5 T -o dê é dois e cê é nove' ficou vinte e nove/
 6 M -perai' perai' nove mais três dá doze' dois a um ((aponta para a letra B na operação e eleva o cursor para
 7 acima da letra D, descendo em seguida até a letra E)) dê é quanto" dê é três'
 8 T -trinta e dois" Ah, vamos arriscar' né"
 9 M - não dá' mas não tem três aqui' ((aponta com o mouse para o espaço correspondente ao 3 na letra E,
 10 das hipóteses)) ((QUEBRA))
 11 P - calma' ficou dê/ dê é dois' cê é nove' vinte e nove' será que é nove" ou será que é sete" cê é um
 12 número ímpar
 13 [
 14 T - poderia ser um sete
 15 P - E poderia ser um sete"
 16 T -é' poderia ser um,
 17 P -poderia ser um sete" vamos testar"
 /.../

Aqui, M faz uso do mouse como orientador de sua fala na tela, para tornar mais claro ao ouvinte seu raciocínio, ao tomar o turno (linha 6): *perai' perai' nove mais três dá doze' dois a um ((aponta para a letra B na operação e leva o cursor até lá em cima, na letra D, descendo em seguida o cursor até o E)) dê é quanto" dê é três* . A partir dos criptos que já haviam sido abertos pelos alunos e através da substituição de algumas incógnitas por valores hipotetizados, a aluna M recorreu à lógica algorítmica. Assim, através da soma da unidade da

primeira parcela, com a unidade da segunda, o resultado seria uma dezena. Isso implica levar o valor correspondente à dezena da primeira parcela para adicioná-lo à dezena da segunda (linha 6: *nove mais três dá doze a um*). Localizando-se no algoritmo, teríamos $29 + 3$, cujo resultado seria 32. Especificar esse resultado implicaria em considerar para a letra E a hipótese 3. Mas esta hipótese já havia sido escolhida para a incógnita B. Como cada letra corresponde a um algarismo diferente, esta resposta era impossível.

Essa negociação continua ainda por alguns turnos seguintes, sempre com a necessidade de organização global do pensamento em vários momentos. O software forneceu o recurso já usado no episódio anterior, que auxiliou essa organização, onde para cada algarismo clicado nas hipóteses, automaticamente o mesmo algarismo desaparecia do lugar correspondente a ele para outras letras. Isso fazia com que a carga de memória de curto prazo dos alunos fosse aliviada e os mesmos conseguissem se concentrar no raciocínio lógico-matemático em si, evitando quebras desnecessárias que não contribuíssem com o tópico. No episódio acima, isso fica bastante evidente a partir do turno de M (linha 9), no qual esta não aceitou a sugestão de T (linha 8): *Vamos arriscar, né*", pois percebe que o número 3 sugerido para a incógnita não se encontra presente (M: *Não dá, mas não tem três aqui*). Sem o auxiliar mnemônico teria acontecido o erro, cuja acusação pelo programa pode implicar quebra.

Ambiente: Cripto			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
localização no algoritmo da adição representado	significado para ausência de um algarismo no quadro de hipóteses	Subordinada	reconstrução da hipótese algébrica

Episódio 5 - B

Outro momento em que podemos perceber um espaço propício à transição para a tomada de turno por parte de um outro, que colaborasse com a construção de significados matemáticos compartilhados, mas que esse outro precisaria estar inserido no contexto de fala dos alunos é exemplificado pela seguinte passagem:

/.../
 1 <19 - (83 - 13)>
 2 /.../
 3 T - parece que é trinta e nove
 4 M - vai, bota aí
 5 ((clica em um intervalo determinado, no entanto incompreensível na videografia))
 6 < som de erro >
 7 P - por que erraram de novo" o mesmo errinho da primeira vez + ((QUEBRA))
 8 <clica no <X> para repetir a expressão - tempo contando>
 9 < expressão: 19 - (83 - 13)>>
 10 T - setenta ((ri))
 11 M - setenta menos dezenove"
 12 T - ((ri))
 13 M - vai dar/ vai/ aí::
 14 P - é setenta menos dezenove ou é dezenove menos setenta"
 15 ((QUEBRA))
 16 M - EITA' vai dar sessenta e um/ mas não sei, a gente não apertou um número negativo"((apontando com o dedo para a reta em que tinham marcado o intervalo entre -60 e -80))
 17
 18 T - olha o tempo'
 19 M - ah'
 20 T - meu deus' setent/ é dezenove menos setenta" então vai ser negativo, né" quanto"/ rápido'
 21 M - vai túlio
 22 T - ((cursor entre -60 e -80, desliza para -20 e -40 e clica))
 23 < som de erro >
 24 M - xi
 25 ((risos))
 26 P - quaro erros, gente'
 27 T - ((ri)) meu deus,
 /.../

As crianças já vêm de um erro, acusado pelo programa, quando resolvem repetir a operação através de uma ação própria a isso: clicando sobre o X no quadro de acertos e erros. Pelas suas falas, deixam claro que não estão considerando a ordem de resolução da expressão e, embora resolvam primeiramente o que está entre parênteses, como foi lembrado por T em um turno no episódio anterior (*primeiro a gente faz os parênteses feito o professor disse* ou ainda naquele mesmo episódio em que foi bastante enfático com marcadores de reparação: *EPA' EPA' primeiro os parênteses* - Episódio 3-C), eles ignoram o significado dos sinais e tentam resolver a expressão da forma como explicitada por M (linha 11) na pergunta *setenta menos dezenove*".

Ora, esta sentença nos indica - enquanto analisamos a atividade e enquanto atentos às contribuições particulares e às seqüências - qual a falha no processo de cálculo que gerou o erro em sua resposta. Mas o computador não tem como pontuar tal falha, uma vez que para esse ato de fala assertivo não aconteceu uma ação correspondente na interface. Assim, a pesquisadora P é quem lança uma pergunta que focaliza a atenção para a causa específica do erro e colaborou para que os alunos refletissem sobre a mesma e construíssem sentido para a atividade (linha 14): *é setenta menos dezenove ou é dezenove menos setenta*".

Ambiente: Estima – Intervalo			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de hipóteses para a causa do erro	intervenção da pesquisadora a partir de feedback de novo erro	Subordinada	Resolução de expressões numéricas: números negativos

E ainda:

Ambiente: Estima – Intervalo			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

números negativos	intervenção da pesquisadora	Subordinada	ordem na resolução e números negativos
-------------------	-----------------------------	-------------	--

3.1.3 Ambiente *Estima*

Episódio 1 - C

Tanto no ambiente *Descalculadora* quanto no *Cripto*, para iniciar o jogo deve-se clicar no botão iniciar. No ambiente *Estima*, no entanto, primeiramente o usuário deve escolher um jogo, já que existem três diferentes opções dentro do mesmo: *Grandeza*, *Intervalo* e *Aproximação*.

Na breve passagem seguinte, observamos o aluno T ainda com o modelo mental gerado a partir dos ambientes anteriores. O aluno é portanto levado a considerar o clique no botão *iniciar* – *guideline semântico* - como a ação adequada para disparar o evento de início (linha 3):

/.../

1 M - escolha um jogo ((aponta com as mãos)) grandeza

2 [

3 T - é iniciar, né" ((QUEBRA))

4 M - não, você tem que escolher, primeiro

5 T - escolher o quê" ++

6 ((clica em grandeza))

7 < som de início >

/cont./

Vemos que na elaboração da interface pelos conceptores foi contrariado o princípio da *Consistência*. Ou seja, os usuários formaram um modelo mental a partir da passagem pelos ambientes anteriores, e agiram ainda segundo aquele modelo. No entanto, realmente no ambiente *Estima* existem 3 opções pelas quais o usuário possa iniciar o jogo, então algum recurso na interface deveria orientá-lo nesse sentido. Com esse fim existe uma mensagem <escolha um jogo> sobre o visor onde serão exibidas as futuras expressões. Esta mensagem mostrou-se pouco eficiente, talvez por desrespeitar um dos princípios do design visual - a *hierarquização* – que, como vimos na fundamentação teórica, postula o oferecimento de uma hierarquia visual, para estabelecer uma ordem de importância às ações do usuário. Isso poderia ter sido conseguido através de uma ênfase maior na mensagem, ou ainda pela proeminência de determinados objetos críticos, bem como o uso de posições estratégicas e contrastes de cores que destacassem a importância de tal informação.

Contudo, para os efeitos da colaboração da dupla entre si, vemos que esta não foi tão comprometida, devido ao lugar onde tal quebra de tópico aconteceu - início de novo ambiente, que já oferece uma abertura para a construção de um novo quadro tópico, mesmo que todos os guidelines estejam consistentes com o design anterior. Geralmente nesses momentos há o desenvolvimento de uma *Subseqüência Encaixada Formulativa*, onde o tópico é introduzido para indicar como tratar o tema seguinte.

Ambiente: Estima – tela inicial			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
adaptação à nova interface	significado para a ação disparadora do evento de início	Formulativa	como iniciar a atividade no ambiente

Essa adaptação pode e deve ser porém cada vez menos truncada e mais fluida, pois como veremos abaixo, na continuação desse episódio, mesmo quando os interlocutores estão começando a se engajar na atividade, ainda continuam abordando como tratar o tema, caracterizando uma nova *Subseqüência Encaixada Formulativa*, agora porém referente às regras do novo jogo:

- /cont./
- 1 < expressão no visor: 42 - 58 - 45 + 91 >
- 2 M - quarenta e dois menos cinqüenta e oito menos quarenta e
- 3 [
- 4 T - quarenta e dois menos cinqüenta e oito menos quarenta e cinco mais noventa e um
- 5 M - (incompreensível)
- 6 T - o resultado disso a gente vai dizer se é unidade' dezena' centena' unidade de milhar ou dezena de
- 7 milhar ((QUEBRA))
- 8 M - agora::
- 9 T - é::
- 10 M - peráí, deixa eu ver:+
- 11 T - eita' o tempo' é melhor a gente ir/
- 12 M - centena, vai, bota centena
- 13 T - é, centena
- 14 < som de erro >
- /.../

Quando T (linha 6) diz: *o resultado disso a gente vai dizer se é unidade' dezena 'centena' unidade de milhar ou dezena de milhar* ele está desempenhando uma assertiva, no sentido de que apenas reafirma uma regra da atividade. Novamente, em um turno seguinte (linha 11), reforça um outro detalhe próprio à atividade (o cronômetro): *eita' o tempo' é melhor a gente ir*. Seu propósito é avisar ou alertar(diretiva) para o fato de que ambos devem agir mais rapidamente, pois nesse ambiente existe um cronômetro que especifica um tempo limitado para a resposta. O tópico trata ainda sobre o jogo em si que tem, como sabemos, em suas regras fundamentais, a necessidade de que os usuários executem suas ações sob um

tempo pré-estabelecido no cronômetro, o que visa gerar resultados estimados e todo o processo de raciocínio que estes desenvolvem.

Ambiente: Estima – tela inicial + configuração			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de expressões numéricas	indagação do aluno quanto à regra do jogo	Formulativa	como jogar

Episódio 2 - C

No episódio seguinte, a pesquisadora faz uma alteração no nível de dificuldade da atividade, marcada na sua ação através da licença em pegar o mouse (linha 1) - que passa nesse momento ao controle da mesma - e de uma compromissiva emitida por ela: *vou diminuir o tempo porque eu acho que é tempo demais pra vocês* (linha 2). As conseqüências desse ato analisaremos após o exemplo abaixo:

/.../

- 1 ((pesquisadora pega o mouse))
 2 P -é, eu vou diminuir o tempo porque eu acho que é tempo demais pra vocês, ((QUEBRA))
 3 T -oxente'
 4 P -setenta segundos" Ah' dá pra lanchar' tomar banho
 5 []
 6 T - dá" ((ri))
 7 ((clica em <configurar>))
 8 <ambiente para configurar - estima>
 9 M -(ri) nem com vinte minutos dá pra gente lanchar direito
 10 P -(ri) é, eu vou botar no: nível ((sai de iniciante, passa o cursor por aprendiz, desce um nível a mais:
 11 especialista)) especialista' cinquenta segundos
 12 M -ã"
 13 P -pra mim, cinquenta segundos dá pra resolver contas e mais contas ((ri))
 14 ((cursor na opção voltar)) ((clica em <voltar>))

15 <volta à tela inicial do Estima>
/.../

Vemos que há uma mudança de interface, a qual já podemos considerar um espaço de transição por permitir uma abertura para que o tópico também seja alterado. O tópico desenvolvido durante esse período está diretamente ligado às ações de alterar o nível de dificuldade, as quais estavam sendo implementadas pela pesquisadora. Na sua fala, porém, a mesma enfatizou que a alteração, nesse ambiente, cairia principalmente sobre o cronômetro, mais precisamente sobre o tempo considerado para cada expressão. De uma maneira geral, podemos dizer que durante esse período os alunos e a pesquisadora tratam sobre as regras da atividade, o que nos permite considerá-lo como uma *Subseqüência Encaixada Formulativa*.

Ambiente: Estima – tela inicial + configuração			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de expressões numéricas	Mudança de interface para alteração na configuração pela pesquisadora	Formulativa	explicitação das ações de alteração do nível

Episódio 3– C

O episódio abaixo descreve a convergência das ações dos usuários para o desenvolvimento de um quadro tópico ligado à expressões numéricas e, mais especificamente, a ordem de resolução das mesmas, como direcionado pelo turno de T (linha 3), logo no início, que chama a atenção dos ouvintes para o tópico, ao reforçar uma explicação ensinada pelo professor (*primeiro a gente faz os parêntese, feito o professor disse*). Vejamos:

/.../

1 <som de início - tempo sendo contado>

2 <39 + (90 + 77)>

3 T -primeiro a gente faz os parênteses feito o professor disse

4 M -é, noventa mais setenta e sete aí dá

5 T -vai dar++

6 [

7 M - dá

8 T -cento e sessenta e sete

9 M -cento e sessenta e sete

10 [

11 T - mais trinta e oito" só sei que vai dar centena, M

12 M -tem certeza"

13 ((clica em centena))

14 < som de acerto>

15 [

16 T -é certeza

17 M -claro'

18 T -é centena, só poderia ser+ mais outra ((clica para avançar))

19 ((quebra))

/cont./

A resposta certa foi conseguida, como indicada pelo programa, e mais que isso, percebemos que esta resposta é decorrente de um cálculo estimado, como podemos verificar entre as linhas 8 e 11 (acima), nas construções de T.

Mas como veremos abaixo, a partir dessa primeira expressão numérica exposta acima, T generaliza uma hipótese elaborada por ele de modo inadequado:

/cont./

1 < 5 + 70 + 55 + 66 >

2 M -ai meu deus' cin::co' mais setenta e cinco mais sessenta e seis:: cinco mais seis vai dar+ ã"

3 T -vai dar centena+

4 < som de acerto>

5 M -((ri))

6 T -CENTENA' se for só de adição com todos os números altos+

7 []

8 M - ((ri))

9 T - tem que dar centena
/cont./

No turno exposto na linha 6, no qual T diz: *se for só de adição com todos os números altos* e, através de uma adjunção na linha 9: *tem que dar centena*, vemos o aluno elaborando uma conclusão a partir de raciocínios construídos nas seqüências subordinadas anteriores. Mas essa premissa seguida de uma conclusão não teve continuidade, já que a expressão numérica seguinte emitida pelo software conduziu a novas relações entre números e não retomou o ponto específico em questão. Ora, a soma de números altos poderia resultar em milhar também. Assim, por exemplo, uma colaboração com vistas a construção de significados em matemática poderia convergir para uma expressão com adição de números altos, mas cujo resultado não fosse centena. Como vemos a seguir, a expressão que se seguiu imediatamente após a sugestão de T (*outra*”- linha 2, abaixo) e aceitação de M ao clicar, não possibilitou a T questionar sua hipótese:

/cont./

1 M - mais outra ((QUEBRA))
2 T - outra" ((clica para avançar para uma outra expressão))
3 <som de início - tempo contando>
4 <16 + 40 - (62 - 38)>
5 M - dezesseis dá:: cinquenta e seis
6 T - EPA' EPA' primeiro os parênteses ((QUEBRA))
7 M - certo, certo, certo
8 T - (incompreensível)
9 M - oito para doze/ quatro, aí vai um' dá:: vin::te' e quatro/
10 T - dezena, já é dezena' vai bota aí'
11 ((clica em dezena))
12 <som de acerto>
13 T - dezena' é'
14 M - vai mais outra/ bora mais outra
15 P - vocês estão vendo como era muito tempo" ((QUEBRA))
16 ((risos))

- 17 P - posso até baixar mais ainda ((ri))
 18 M - NÃO
 19 []
 20 T -Não, mais outra
 21 P - façam mais uma e depois passem para outra

/cont./

A *Subseqüência Encaixada* construída a partir da linha 6 converge novamente para a ordem na resolução, não tratando portanto da hipóteses de T da seqüência anterior (sobre estimativa).

Ambiente: Estima – Grandeza			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de expressão numérica: hipóteses para estimação	Intervenção do aluno sobre a ordem na resolução de expressões numéricas	Subordinada	ordem na resolução de expressões numéricas

Houve uma nova quebra causada por uma intervenção da pesquisadora na linha 15, que gerou uma *Subseqüência Encaixada Formulativa*.

Ambiente: Estima – Grandeza			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
elaboração de expressão numérica: ordem na resolução	intervenção da pesquisadora	Formulativa	tempo para o desenvolvimento da atividade

A expressão numérica seguinte a essa, no entanto, fez com que a dupla retornasse ao quadro tópico matemático e permitiu que T retomasse aquela sua hipótese anterior:

/cont./

- 1 <2 + 99 + (49 - 77)>
 2 <som de início - tempo contando>
 3 M - dois mais noventa e nove dá cente um:::

4 [

5 T - vai dar centena, M dá centena

6 M -((ri))

7 T -((posiciona o cursor em centena)) não/ per aí/ mas tem subtração ((QUEBRA))

8 M - subtração "quarenta e nove/ setenta e sete menos quarenta e nove" é:::::/ bota centena aí

9 T -(leva o cursor de centena para dezena e clica em dezena)

10 <som de acerto>

11 T - DEZENA

12 M - Tá bom, túlio' tá bom'

13 [

14 T - se tem uma subtração e o resultado noventa e nove mais dois vai cento e um/

15 M - tá bom, túlio ((ri)) bota intervalo, vai"

/.../

Como podemos ver, T retoma a sua hipótese sobre estimação devido às ocorrências advindas a partir do próprio sistema, porque ainda que aleatoriamente, surgiu uma expressão no visor que permitiu a aplicação de sua hipótese novamente. Não houve uma *assistência* propriamente dita para essa retomada de tópico que colaborasse com a convergência das ações para esse tópico, onde o mesmo só ganhou espaço na atividade pela contribuição de T na linha 7. Analisando o diálogo, vemos que T inicialmente diz (linha 5): *vai dar centena M, dá centena* , iniciando uma autocorreção, porém, na linha 7: *Não/ per aí/ mas tem subtração*. No entanto M concorda com a sentença anterior à autocorreção (linha 8): (...) *é:::::/ bota centena aí*. Mas como T está com o controle do mouse, ele recusa a diretiva de M numa despreferência percebida através da interface, pois clicou em dezena e não em centena. Após o *feedback* <som de acerto> imediato, T mostra-se mais convicto, como percebido pelo tom de voz e pela ênfase com a qual reforça a resposta correta (linha 11) *DEZENA*.

Embora tenha retomado sua hipótese, sendo possível nesse segundo momento uma reconstrução da mesma, a justificativa de T ainda não é válida, pois nada lhe garante ainda até aqui, apenas com os exemplos que apareceram anteriormente e que estamos tratando, que o fato de haver uma subtração resultaria em uma dezena (*se tem uma subtração e o resultado*

noventa e nove mais dois vai cento e um/). Não é, absolutamente, o fato de haver uma subtração que faz com que a expressão anterior resulte em um número menor que cem - uma dezena. Isso ocorreu, nesse caso, porque a subtração que aparece entre parêntese $\langle 2 + 99 + (49 - 77) \rangle$ tem como resultado uma diferença negativa.

Ou seja, os interlocutores ainda poderiam continuar desenvolvendo esse conteúdo na conversação, a fim de construir significados compartilhados sobre estimação, mas não houve uma *assistência* por parte da interface, capaz de lançar novas expressões que colaborassem com o desenvolvimento do raciocínio do aluno. Assim, podemos considerar que a *subseqüência encaixada* que desenvolve o tópico anterior, trata-se de uma *Subseqüência Encaixada Associativa*.

Outra vez pareceu existir um espaço para o papel do professor no contexto de uso deste software que analisamos.

Ambiente: Estima – Grandeza			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressões numéricas: hipóteses para estimação	<i>insight</i> do aluno	Associativa	resolução de expressão numérica

Epiódio 4 - C

Saem do ambiente *Grandeza* e passam para *Intervalo*:

/.../

- 2 T - o resultado desse aqui ((mostrando com o cursor a expressão)) vai tá entre alguns números e se o
 3 resultado for negativo((com o cursor sobre a reta, mostrando os números negativos))
- 4 M - tá bom, túlio, tá bom
- 5 T - dezanove'((cursor aponta o número dezanove na expressão))
- 6 M -oitenta e três vai dar
- 7 T -setenta
- 8 M -setenta me::nos dezanove aí vai dar
- 9 T -setenta
- 10 M -setenta menos dezanove aí dá sessenta e um
- 11 T -sessenta e um"
- 12 M - é vai dar/
- 13 T - vai dar sessenta e:((cursor aponta para o intervalo entre 60 e 80 positivos, na reta))
- 14 []
- 15 M - ((M. aponta com o dedo o mesmo intervalo))
- 16 ((clica))
- 17 < erro>
- 18 P - por que" ((QUEBRA))
- 19 T - oxente"
- 20 M - é porque era negativo
- 21 T -hum: então seria menos"
- 22 M - é
- 23 P - clica lá' então
- /.../

Logo no início T relembra a regra do jogo e a forma de resolução da atividade (linha 2), localizando na interface a representação matemática - a reta numérica - e indicando nela os números negativos.

Ambiente: Estima – Intervalo

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	intervenção do aluno sobre as ações para a atividade	Formulativa	regra do jogo: ações necessárias para a realização da atividade

Na resolução da expressão não consideram a possibilidade de o resultado ser um número negativo, não constituindo este um tópico na conversação. No entanto, após a

acusação de erro pelo feedback do programa, ao qual acrescentou-se a pergunta da pesquisadora (linha 18), os alunos compartilham alguns conhecimentos prévios que permitem uma certa implicitude na conversação e uma subsequência subordinada sobre números negativos, ou seja, para a afirmação de M: *é porque era negativo* (linha 20), T acrescenta a pergunta: *então seria menos*" (linha 21).

Ambiente: Estima – Intervalo			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	intervenção da pesquisadora para Feedback no quadro de acerto e erro	Subordinada	elaboração sobre a causa do erro: números negativos

Episódio 5 - C

/.../

- 1 < som de início- tempo contando >
 2 < expressão: 5 - 80 >
 3 T - ah, é rápido
 4 P - moleza
 5 M - ((a aponta para a tela)) aí dá++
 6 T - setenta e cinco
 7 M - setenta e cinco/ menos/ setenta e cinco tá entre ((aponta para os negativos na reta)) ((QUEBRA))
 8 T - ((cursor entre -60 e -80))
 9 M - sessenta e oitenta
 10 []
 11 T - sessenta e oitenta
 12 T - tomara que esteja certo
 13 < som de acerto >
 14 T - certo
 15 M - claro com certeza tá certo
 16 T - mais
 17 < som de início- cronômetro contando >

/.../

Neste episódio, também chamamos a atenção para a implicitude na conversação e para a convergência das ações a partir da interface, onde os alunos, através da localização do cursor sobre a reta numérica disponibilizada como elemento da interface, mais especificamente sobre os números negativos, resolvem a expressão numérica e incluem desse modo o subtópico número negativo pela *ação* sobre a interface, mais especificamente, e não pela *fala* (linha 7). Tanto que acertam o resultado (<som de acerto>) embora nas sentenças não sejam expressas falas sobre os números negativos.

Ambiente: Estima – Intervalo			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	aluna aponta para os números negativos na reta numérica	Subordinada	números negativos

Episódio 6 – C

Esse episódio, embora retirado da análise de outra dupla, é ilustrativo para reforçar a questão da interface. As alunas AS e AF vão resolvendo os cálculos para responder em qual intervalo se enquadra o resultado da expressão $33 - (67 - 20)$:

/.../

- 1 <33 - (67 - 20)>
- 2 AF - vai dar vinte, sessenta e Sete
- 3 []
- 4 AS - sessenta/ cinquenta e sete menos trinta e três
- 5 AF - vai dar cinquenta e sete menos trinta e três
- 6 AS - vai dar menos, aqui

7 AF - menos, é cinquenta/ quarenta/ vinte/ vinte/ dez e/ vinte e quarenta, dá aqui ((aponta com as mãos para
8 a reta)) A só sei disso, vinte e quarenta, dá aqui ((clica no intervalo 20 e 40 positivos))
9 <som de clique em intervalo>
10 <som de erro>
11 AF - não/ não/ aqui, aqui ((aponta para entre 20 e 40 negativos)) ((QUEBRA))
12 <clica no X para repetir a expressão, mas clicaram no X equivalente a expressão anterior 11 - 47>
13 <cronômetro dispara>
14 ((clique no intervalo sugerido -20 e - 40 (negativos))
15 <som de clique em intervalo>
16 <som de erro>
17 AS - dá errado +++ ((silêncio))
18 P - Peraí, mas vejam lá a expressão que vocês repetiram, vocês clicaram em onze menos quarenta e sete
19 ((QUEBRA))
20 AS - Ah'
21 AF - eita, foi
22 AS - ((ri))
23 AF - é essa aqui, né"
24 AS - Era essa" ((apontando com o mouse para a expressão < 33 - (67 - 20)> no quadro de acerto e erro))
25 AF - NÃO
26 AS - ERA agora o tempo
27 AF - era
28 P - era
29 ((clica na expressão <33 - (67 - 20)>))
30 <cronômetro dispara>
31 AS - ses::: sete/ sessenta
32 AF - dá quarenta e sete menos trinta e três
33 AS - quarenta e sete, quarent/ dá quatro
34 AF - quarenta e Sete
35 AS - dá quatorze
36 AF - é, dá quatorze aqui, aqui ((aponta com as mãos para o intervalo entre 0 e - 20))
37 ((clica no intervalo sugerido))
38 <som de clique no intervalo>
39 <som de acerto>
40 AS - yes'
/.../

O intervalo situado entre 20 e 40, na reta numérica, não corresponde à resposta correta para a expressão em jogo, e é reparado pela própria aluna AF na linha 11: *não/ não/ aqui, aqui* (apontando para o intervalo -40 à -20). AF já havia sugerido na linha 6 que o resultado

seria negativo: *vai dar menos, aqui*. Mas a contribuição do turno seguinte, de AS não desenvolve tal tópico, não constituindo uma quebra nem uma nova seqüência. Então, após o erro indicado, ao apontar para a reta representada na interface e a reparação da aluna, esta situa a interlocutora e ambas convergem as ações para o novo tópico: números negativos. No entanto ao clicarem no intervalo (entre -40 e -20) o programa acusa novo erro, pois a expressão que repetiram não foi a expressão que tinham a intenção de repetir. As alunas não perceberam este equívoco. Ou seja, ao clicarem em um X no quadro de acerto e erro - para repetir a expressão - aquele X clicado, como percebemos no protocolo, não dizia respeito à expressão desejada $33-(67 - 20)$, mas a uma que haviam errado anteriormente $(11 - 47)$. Como as alunas não perceberam que a expressão clicada não era a desejada, imediatamente clicaram no intervalo na reta e, obviamente, foi acusado o erro (<som de erro>). Há então uma pausa de hesitação, com a motivação cognitiva de estabelecerem, agora, o porquê do erro. Esse erro também será acusado no gráfico avaliativo - recurso do *Calcule!*.

A pesquisadora P a partir de um marcador de reparação (*correção*), sugere que a dupla observe qual foi a expressão repetida: *mas vejam lá a expressão que vocês repetiram*.

Após o reconhecimento do equívoco há portanto o desenvolvimento de uma seqüência tópica encaixada que não contribui com o tema anterior, e vai desenvolver um tópico sobre qual a expressão que deveriam ter marcado. Apenas após clicarem - depois de uma certa relutância entre as alunas - na expressão desejada, desenvolvem novos cálculos e acertam, como apontado pelo sistema (som e registro no quadro de acerto e erro).

É significativo para nós o fato de terem clicado numa outra expressão e não terem percebido. No quadro de acerto e erro não há uma hierarquia entre as expressões que vão sendo registradas. Assim, quando muitas expressões já estão registradas fica muito fácil acontecer o equívoco, como também encontramos na análise dos episódios de outras duplas.

Ambiente: Estima - Intervalo		AS e AF
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada

		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	intervenção da pesquisadora para a ação da aluna.	Formulativa	qual a expressão desejada que deveriam Ter clicado

Episódio 7 - C

O quadro de acertos e erros do ambiente *Estima - Aproximação* difere de todos os outros, tanto dos que estão dentro mesmo do ambiente *Estima* (como em *Grandeza* e *Intervalo*) quanto dos ambientes *Descalculadora* e *Cripto*. Em todos eles, o quadro mostra as respostas corretas, as respostas erradas e ainda aquelas questões que não foram respondidas (símbolo <?>). No ambiente *Estima - Aproximação* o quadro não indica erros e acertos, mas dá uma margem percentual referente ao erro na resposta.

Nos outros ambientes, bem como nos outros módulos dentro do ambiente *Estima*, o quadro foi utilizado principalmente para repetir as questões erradas - numa forma de retomar o tópico. Diferentemente, no módulo *Aproximação* (ambiente: *Estima*) este quadro gerou diversas conversações, instaurando quebras de tópicos, como pudemos ter acesso a partir da análise dos extratos de conversações como a seguinte:

/.../

- 1 <som de clique em aproximação>
- 2 <expressão: (incompreensível)>
- 3 T - á::
- 4 M -meu deus, demorou heim"
- 5 T - ar:::
- 6 M - demorou, heim"
- 7 T - eu já me esqueci desse' esse aqui como é que vai ser" ((QUEBRA))
- 8 P - vocês vão dar um valor aproximado aí
- 9 T - ah/ vamos ver: peraí + o tempo, M/ o tempo

- 10 M - vamos fazer assim' a gente soma tudinho e depois tira alguns números
- 11 T -((clica no <1>))
- 12 <1>
- 13 T - só sei que desse resultado aqui dá cem
- 14 M -bota cento e oitenta e nove, oitenta e nove
- 15 T -((clicando ao passo em que vai aparecendo na máquina:
- 16 <8>
- 17 <9>
- 18 ((clica no <=>))
- 19 < som de acerto>
- 20 < 1% - margem de erro>
- 21 T - ôxe/ um por cento ((QUEBRA))
- 22 M -meu deus, que vergonha, margem de erro
- 23 P - a margem de erro foi 1% então foi muito pouco
- 24 M - pôxa
- 25 T -meu deus do céu
- 26 M -que vergonha
- 27 T -((clica para avançar para a próxima))
- /cont./

Inicialmente referem-se ainda de forma aliviada, na linha 3 e 5(percebida como interjeições de alívio), à resolução no módulo anterior: *demorou, heim*"(linha 6). Em seguida as regras da atividade são reforçadas, observado na linha 7: *eu já me esqueci desse' esse aqui como é que vai ser*", numa adaptação à nova interface. Mas naturalmente estão situando-se à nova interface e discutem as regras próprias ao jogo no ambiente, e podendo caracterizarmos uma *Subseqüência Encaixada Formulativa* (o tópico encaixado vem indicar como tratar o tema em pauta). Quando compreendem a estrutura da atividade, resolvem a expressão numa retomada do supertópico que orienta os falantes para objetivos ligados à matemática.

Ambiente: Estima – Aproximação

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

transição de ambiente	dúvida quanto à regra do jogo	Formulativa	como jogar e questão do tempo para a agilidade nos cálculos
-----------------------	-------------------------------	-------------	---

Porém ao receberem o feedback emitido no quadro de acerto e erro <1% > demonstram certa decepção consigo (linha 22): *meu deus, que vergonha, margem de erro*, atribuindo um significado para a margem de erro, como se a mesma significasse que sua resposta foi muito distante da esperada. Não perceberam também o som de acerto emitido simultaneamente à simbolização no quadro de acerto e erro e nem a figura simbolizando acerto e erro que aparece no canto superior esquerdo da interface. Mesmo após a pontuação feita pela pesquisadora (linha 23): *a margem de erro foi um por cento então foi muito pouco*, os alunos não ficam satisfeitos. Na verdade, a intervenção de P mostrou-se talvez ambígua e incompleta, não permitindo uma compreensão por parte dos ouvintes, que continuaram decepcionados, como é verificado na fala de M (linha 26): *que vergonha*.

Com a seqüência seguinte relacionada à resolução de uma nova expressão, cujos turnos convergiam para o desenvolvimento de um subtópico voltado ao conceito de números negativos, houve um outro momento em que a margem de erro mereceu atenção por parte dos usuários - agora já mais adaptados ao novo modelo de quadro de acerto e erro proposto pelo módulo:

/cont./

- 1 <som de início - tempo contando>
- 2 <43 - 50>
- 3 M - quarenta e três menos cinquenta dá' dá um número negativo, né" ((aponta para a reta do lado dos
- 4 negativos))
- 5 T - é
- 6 M - aí negativo' bota ((aponta para a tela, para o botão NEGATIVO)) bota, vai, bota logo no número
- 7 negativo aí ((apontando para o botão)) quarenta e três, cinquenta menos, três, para dez dá+ ((gesticulando e
- 8 apontando para a tela)) sete, há um, um mais quatro, cinco

9 [

10 T - vai dar' vai dar' vai dar sete, aí é sete

11 M - é sete

12 T - aperta o número negativo, né" ((clica sobre o botão <negativo>))

13 <som de tempo finalizando>

14 T - menos sete

15 M - faz logo/ T

16 ((clica no <7>))

17 M - igual ((aponta para o sinal de igual))

18 T - ((clica no <=>))

19 < som diferente - acerto>

20 < 0% no quadro de acertos e erros, para margem de erro>

21 M - zero por cento de /

22 P - zero por cento de erro, ou seja, 100 por cento de acerto' acertaram ((QUEBRA))

23 T - é

24 M - mas por que sai vermelho" ((aponta para as percentagens no quadro de margem de erro)) acho que é

25 zero por cento de::

26 P - hum, por que sai vermelho, boa pergunta, mas a conta tá certa, agora aqui foi um por cento de erro

27 ((apontando para o resultado da primeira expressão a que foram submetidos nesse ambiente)), só, não foi tão

28 mal assim

29 M - é

30 P - vai

31 M - vai, túlio, botaí

32 T - ((clica para avançar))

/.../

Agora, a explicação de P para a margem de erro, assaltando o turno de M (linha 21), que olhava para o quadro na tela e fazia sua leitura (*zero por cento de/*), parece ter ficado um pouco mais clara (linha 22): *zero por cento de erro, ou seja, cem por cento de acerto' acertaram*. No entanto, M lança um questionamento em relação a essa mensagem no quadro, apontando para a mesma, que aparece indicada pela cor vermelha: *mas por que sai vermelho"* (linha 24) P considera esta uma *boa pergunta* (linha 26), no sentido de que é uma pergunta coerente com as cores que vinham sendo usadas para indicar erro - cor vermelha - e acerto - cor amarela - nos quadros de acerto e erro de todos os ambientes jogados até aqui. A própria aluna M justifica, com suas próprias palavras, que é o fato de não haver uma consistência

para esse guideline, que pode ter gerado a quebra de tópico. A conversação convergiu então para o tratamento de questões relativas à interface, saindo de conteúdos matemáticos e caracterizando uma *Subseqüência Encaixada Formulativa*.

Ambiente: Estima – Aproximação			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
números negativos	Atribuição de significado do novo símbolo no quadro de acerto e erro	Formulativa	significado para o conteúdo do quadro de acerto e erro

Vemos que o ambiente fez ainda uso de outros feedbacks, simultâneos à margem de erro, como diferentes sons para respostas aproximadas e repostas que não se aproximavam do resultado exato, além de um elemento no canto superior esquerdo – que “esboçava sorriso” para respostas cuja margem de erro era inferior à 20%, e “esboçava tristeza” quando tal margem era acima de 20%. Esses guidelines não foram mencionados pelos alunos e nem apareceram pontuados em suas falas.

Episódio 8 - C

/.../

- 1 <40 - 30 - (50 - 5)>
 2 /.../
 3 ((clica no <X> para repetir a operação))
 4 <cronômetro dispara>
 5 M - quarenta
 6 [
 7 T - quarenta e cinco, M./ menos quarenta/
 8 M - quarenta: tan:: a:/
 9 T - pronto' primeiro resolve ((aponta para a tela - lado direito - onde está a expressão entre parênteses))
 10 aqui, vai, aqui vai dar quarenta e cinco, aí subtrai quarenta de trinta/ vai dar

11 [[
 12 M - vai dar dez
 13 [
 14 T - dez, aí dez menos quarenta e cinco
 15 M - dá trin: menos trinta e cinco ((QUEBRA))
 16 T - pronto' é assim que pode ser feito o negócio é /
 17 ((clica em < negativo>
 18 [
 19 M - trinta e cinco, menos trinta e cinco ((aponta para os números na tela))
 20 (incompreensível)
 21 T -((clica <3> <5>)) aí vai dar quanto"
 22 M - vai, bota igual
 23 T - (clica <=>))
 24 < som de erro>
 25 M - tá vendo"
 26 T - foi tu, aí/ agora deu ((cursor sobre a margem de erro < 163% >))
 /cont./

Também nesse ambiente há uma representação para os números negativos - guideline semântico: <botão negativo > a qual os alunos recorriam para localizar e convergir a atenção para esse tópico. No episódio acima, a dupla vinha discutindo o tópico centralizado no conteúdo ordem de resolução para expressões numéricas (linha 9). Na linha 15, M quebra a seqüência ao introduzir o tema números negativos através da seguinte fala: *dá trin: menos trinta e cinco*. Vemos que T concorda clicando sobre o botão negativo (linha 17). Como podemos verificar, identificamos o erro que o software acusou (linha 24) pelo fato de os alunos não terem considerado um outro tópico necessário à resolução da expressão: regra de sinais.

Ambiente: Estima – Aproximação

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

resolução de expressão numérica: ordem na resolução	cálculo da aluna em que considera o resultado negativo	Subordinada	números negativos
---	--	-------------	-------------------

Não transcrevemos para cá todo o protocolo, mas é importante sabermos que os alunos continuaram desenvolvendo seqüências ainda tentando resolver a expressão descrita acima $\langle 40 - 30 - (50 - 5) \rangle$. Mas essas tentativas de resolvê-la permaneceram ocorrendo por 3 vezes, às quais não se aproximavam da resposta certa. Intercalavam subseqüências encaixadas subordinadas mas cujos subtópicos eram sempre: ordem na resolução e números negativos. A partir da contribuição do aluno T (linha 6) na seqüência abaixo, vemos um novo subtópico gerado que levou a descobrirem a causa do erro:

/cont./

- 1 M - ai, que vergonha
2 T - vamos colocar então/ é sem ser negativo
3 ((clica em $\langle 4 \rangle \langle 5 \rangle \langle = \rangle$))
4 $\langle \text{som de acerto} \rangle \langle 19\% \rangle$
5 M - qua:/
6 T - ah, rapaz, isso aí é aquela questão de menos com mais mais com menos, tá entendendo" ((QUEBRA))
7 M -ai, não acredito, ai
8 T - tá entendendo"
9 P - okay, é isso mesmo
10 M - menos com menos dá mais
11 T - é essa a questão, bem que o professor explicou
12 []
13 M - cinco/ menos cinqüenta dá menos, menos com
14 menos dá quanto"
15 M - dá mais, né"
16 T - é, tá certo
17 M - mais, aí quarenta menos trinta dá, dez/ dez/ eu acho que dá cinqüenta e cinco' não, vê só' vê só
18 T - é
19 M - cinco menos cinqüenta dá quarenta e cinco, menos quarenta e cinco' aí menos com menos dá mais' aí
20 quarenta menos trinta
21 T - dez
22 M - dez, eu acho que é mais cinqüenta e cinco

- 23 T - aí menos, é"
- 24 M - é, vamos, só que o tempo não tava rodando ((pega o mouse, ri, aponta para a margem de erro mas
25 clica no < ícone para avançar para uma expressão seguinte>
26 <som de nova expressão>
27 <nova expressão no visor: 16 - (65 -94)>
- 28 M - tu mudasse, foi" ôxe/ menino, eu tava quase acertando ((QUEBRA))
- 29 P - mas pode voltar pra lá/ vocês já descobriram qual foi o problema
- 30 M - é, T , tá vendo você"
- 31 P - vocês resolvem essa'aí voltam para a outra
/.../

Como podemos observar, o subtópico regra de sinais foi desenvolvido, embora se observarmos mais acuradamente cada contribuição, parece estar havendo uma certa confusão entre essas regras pelos alunos. Quiseram então repetir a expressão na tentativa de aproximar ainda mais o resultado, mas T clica no sinal para avançar para uma outra, ao invés de clicar no quadro de acerto e erro sobre a expressão desejada. Embora isso possa ter sido gerado por uma distração de T como pontuada por M (linha 28: *tu mudasse, foi" ôxe/ menino, eu tava quase acertando*), através das análises das outras duplas podemos verificar que a interface não colabora com essa ação, sendo comuns confusões entre os alunos quando esses intencionam repetir alguma expressão (e já ilustramos aqui através do episódio com a dupla AS/ AF).

Ambiente: Estima – Aproximação			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
número negativos	insight do aluno: lembrança de uma regra ensinada pelo professor	Associativa	regra de sinais

E também:

Ambiente: Estima – Aproximação			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

regra de sinais	alunos mudam para outra expressão ao invés de repetirem a desejada	Formulativa	consequências dessa ação do aluno
-----------------	--	-------------	-----------------------------------

Episódio 9 – C

Apenas a partir da expressão seguinte, como veremos, o quadro de acertos e erros começa a fazer sentido para os usuários M e T, vindo mesmo a se tornar um objeto da interface capaz de proporcionar outras falas com conteúdos matemáticos desenvolvidos nas *subseqüências encaixadas subordinadas*:

/.../

- 1 T - ((clica para avançar para uma outra expressão))
2 < som de início - cronômetro valendo >
3 < 5 + 65 >
4 T - ôxe, tá fácil, SETENTA
5 ((risos))
6 M - ô, T, tu não sabe quanto é cinco mais sessenta e cinco" pôxa,
7 ((no visor da máquina permanece o zero < 0 >))
8 T - ôxe, por que ficou assim" ((QUEBRA))
9 M - ((aponta para a tela)) vai, bota aqui, que zer/
10 T - ((clcando: < 7>, mas como já havia um zero no visor, ficou < 07> clica na <setinha> que apaga e
11 apaga o 7 <0>, clca novamente <07>)) tem que apagar o zer, se eu não me engano ((apaga < seta > o sete mas
12 sua tentativa de apagar o zero é em vão))
13 M - NÃO, é sete zero, vai, sete ((clca < 7>)) bota o zero agora ((clca < 070>))
14 < som >
15 < margem de erro - 0% >
16 M - ôxe, zero, ((QUEBRA))
17 P - zero por cento de erro ou seja, cem por cento de acerto
18 M - acerto, T ((aponta para o 1% da primeira expressão))
19 T - ah, então aqui a gente acert/ é noventa e nove por cento
20 P - ISSO
21 M - pôxa, e a gente botou um número todo doído
22 T - vamo lá (incompreensível)
23 < som de nova expressão >

/.../

Observamos que há antes da resposta um momento de quebra, pois o zero que estava no visor da máquina permanece visível após clicarem nos dígitos. Embora o zero permaneça à esquerda, não alterando, portanto, o valor do número digitado, isso gerou uma quebra no ritmo e no tópico em curso, causando uma *Subseqüência Encaixada Formulativa*.

Ambiente: Estima – Aproximação			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	significado para o dígito zero que permanece na máquina digitadora, no visor	Formulativa	Significado do 0 que permaneceu no visor

Quanto ao quadro de acerto e erro, vemos que M ainda não havia compreendido totalmente o significado da margem <0%> que apareceu no mesmo, pelo tom de decepção em sua fala (linha 16): *oxe, zero*. Novamente a pesquisadora P toma o turno (linha 17) e explicita mais uma vez: *zero por cento de erro ou seja, cem por cento de acerto*. É interessante ressaltar que a pesquisadora já havia mencionado o significado da margem de erro em um episódio anterior.

Ambiente: Estima – Aproximação			
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

resolução de expressão numérica	intervenção da pesquisadora para Feedback no quadro de acerto e erro	Formulativa	significado do 0% no quadro de acerto e erro
---------------------------------	--	-------------	--

Mas pela seqüência que M dá a esse turno de P na linha 17, percebe-se a compreensão por parte de ambos: *acerto*, T (linha 18) ao que T complementa, quando M apontava para o <1% > referente à primeira expressão (linha 19): *Ah, então aqui a gente acert/ é noventa e nove por cento*. Essa sentença mostra que M realmente fez sentido para o significado da margem de erros, no quadro, referindo-se à uma expressão anterior que até então considerara distante da resposta esperada. Percebemos que esse tópico relaciona-se ao tópico geral (*Subseqüência Encaixada Subordinada*), tendo um grande valor dentro da atividade, sendo um momento a mais onde raciocínios ligados a estimação de quantidades podem vir a ser desenvolvidos.

A partir da compreensão do significado da "margem de erro", em diferentes momentos o quadro com a margem percentual foi observado por eles, e apareceu como forte motivador de *subseqüências encaixadas subordinadas*. É o que observamos no seguinte episódio, por exemplo, que pode ilustrar bem tal idéia:

- /.../
- 1 T - vai dar errado de novo
- 2 M - ((clica < 3> <5> < = >)) só que já tá acabando o tempo mesmo
- 3 <som de erro>
- 4 M - ôxe
- 5 T - tá vendo
- 6 M - quase ((com o cursor localizado sobre a margem de erro)) caramba, deu cento e sessenta e três
- 7 ((referindo-se à margem de erro da conta anterior)) num tem nem vergonha" ((QUEBRA))
- 8 T - (incompreensível)
- 9 ((clica < 117%> para repetir a expressão))
- 10 < som de cronômetro disparado> ++
- 11 /.../
- 12 T - dez

13	M	- dez	
14	P	- menos" ((aponta para o menos antes do parêntese))	
15	M	- menos,	
16	P	- quanto foi o resultado do parêntese" ((QUEBRA))	
17	M	- menos quarenta e cinco	
18	P	- menos quarenta e cinco, então" quarenta menos dez menos	
19			[
20	T	-	TRINTA, não
21	P	- menos quarenta e cinco	
22		< som do tempo finalizando >	
23	T	((clica <2> <5> <= >))	
24		< som de erro >	
25	P	- como é que tá a margem de erro, pessoal" ((QUEBRA))	
26	M	- o quê/	
27	T	- cinqüenta e cinco por cento/	
28	M	- o que chegou mais próximo foi o que eu botei	
29	T	- não, mas eu ajudei	
30		((clica em <55%>))	
31		< som de cronômetro disparando >	
		/.../	

Como podemos observar no extrato acima, os usuários não apenas recorreram ao quadro para verificar o percentual da resposta aproximada, mas fizeram uma meta-análise dessa aproximação ao realizarem estimativas como a que se viu (linha 34): *o que chegou mais próximo foi o que eu botei*. Tais tópicos podem ser vinculados ao conteúdo proposto pelo ambiente: estimação de quantidades, embora gerado a partir do recurso de *feedback* da interface. Este quadro pôde ser verificado, no presente módulo, como um objeto bastante eficiente, pois não só emite sinais para acerto e erro, mas faz com que o usuário, a partir desses sinais, construa um sentido matemático para a atividade.

Ambiente: Estima – Aproximação

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico

regra de sinais	intervenção da pesquisadora para Feedback no quadro de acerto e erro	Formulativa	porcentagem
-----------------	--	-------------	-------------

Episódio 10 - C (Dupla H e D)

O episódio seguinte, mesmo sendo extraído da análise de uma outra dupla, é interessante para ilustrarmos mais uma vez a presença do zero no visor da máquina, e como o mesmo interferiu também, embora com intensidade diferente, no desenvolvimento da seqüência tópica desta outra dupla:

- /.../
- 1 < 15 + 11 - 60 >
- 2 H -quinze mais onze"
- 3 [[
- 4 D -quinze mais onze"
- 5 H -dá vinte e seis, menos sessenta"
- 6 D -vinte e seis menos sessenta" dá quarenta e quatro
- 7 H -hum"
- 8 D -quarenta e quatro
- 9 H -tem certeza"
- 10 D -quarenta e quatro, bota aí, quarenta e quatro
- 11 H -negativo, não" vai dar um número negativo, vinte e seis menos sessenta+ vai dar um número negativo
- 12 ((QUEBRA))
- 13 D -vai dar um número negativo" não, pô
- 14 H -negativo
- 15 D -quarenta e quatro"
- 16 H -é
- 17 ((digita <4> <4> sendo que permanece um <0> à esquerda dos dígitos, no visor: <044>))
- 18 H - menos
- 19 ((clica no botão <negativo>))
- 20 D -quarenta e quatro, quarenta e quatro, ôxe' ficou menos ze:
- 21 H -será que vai dar certo"

- 22 <som de erro>
 23 D - vinte e nove ((referindo-se à margem de erro que surge no quadro de acerto e erro : <29%>))
 24 H - ôxe, será que é o zero" ((QUEBRA))
 25 D - é por causa do zero
 /.../

Ao tentarem resolver a expressão, H responde que *dá vinte e seis* (linha 5) o resultado de $15 + 11$. D reforça esta resposta ao continuar os cálculos a partir do 26 (*vinte e seis menos sessenta dá quarenta e quatro* - linha 6). Pelos sinais seguintes emitidos por H (*hum*" e *tem certeza*"") vemos que não há uma concordância quanto ao resultado, já que a indagação por parte do ouvinte é sinal de discordância. Assim, embora D - sem o controle do mouse - insista em sua resposta através da diretiva (linha 10) *bota aí, quarenta e quatro*, H realiza uma quebra na seqüência ao sugerir *negativo, não*", *vai dar um número negativo* (linha 11). H, convicto quanto à sua resposta, indica (linha 18): *menos*, ao passo que D (com o controle do mouse) clica no botão negativo. A implicitude na conversação aqui pode ser verificada como decorrente dos conhecimentos prévios partilhados pelos interlocutores a respeito dos números negativos, e do *guideline semântico* <negativo> na interface, favorecendo os movimentos cooperativos. Percebemos que esta subseqüência encaixada desenvolveu o tópico sobre números negativos, e está, por sua vez, subordinada ao tópico expressão numérica que vinham tratando como quadro tópico.

O raciocínio da dupla foi adequado do ponto de vista matemático no que diz respeito à números negativos. No entanto, o cálculo desenvolvido pela dupla para solucionar a expressão $26 - 60$ não corresponde à resposta correta. Ou seja, a resposta correta seria -34 e não -44 , como resolveram.

De qualquer forma, o que nos interessa principalmente aqui é o fato de que as crianças nem sequer voltaram para verificar o cálculo - procedimento

comum verificado nessa dupla após cada margem de erro emitida pelo programa. Isso não aconteceu pois elas atribuíram a margem (29%) de erro ao fato de um zero ter permanecido no visor, à esquerda do 44 digitado (ficando, portanto, -044).

Como podemos perceber, para a pergunta de H, marcada com um sinal de indagação e surpresa - linha 25 (*Oxe" será que é o zero"*), D responde convicto - linha 26: *é por causa do zero*, não dando espaço para a reparação do verdadeiro motivo do erro. Ora, apesar de sabermos que o zero à esquerda não altera o resultado, a sua permanência no visor após a digitação do número pode conduzir o usuário a equívocos como este ilustrado no exemplo. O que causou a margem de erro 29% foi o equívoco no cálculo da expressão (porque $26 - 60$ é igual a -44 e não a -34 , como estabeleceram os alunos). No entanto H e D não retomaram estes cálculos uma vez que para eles a causa do erro foi o zero à esquerda.

Podemos então analisar neste episódio dois momentos de quebra, sendo que a primeira vinculou-se ao tópico anterior de forma subordinada e a última vincula-se apenas acidentalmente, caracterizando uma associação ao acaso.

Ou seja:

Ambiente: Estima - Aproximação		D e H	
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	intervenção do aluno sobre número negativo	Subordinada	número negativo

E também:

Ambiente: Estima - Aproximação

D e H

Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Subseqüência Encaixada	
		Tipo	Subtópico
número negativo	acusação da margem de erro - 29% no quadro de acerto e erro + indagação do aluno	Associativa	causa do erro: zero à esquerda que permaneceu na interface

Episódio 11 - C

/.../

- 1 M - sessenta e cinco menos noventa e quatro ((com o cursor acompanhando)) dá um número negativo de
2 novo, dá um' um dá trinta/ dá trinta e/ menos trinta e um ((cursor desce para o botão de < negativo >)) aí
3 dezesseis
- 4 M - dá dezesseis mais trinta e um:: dá::
5 <som de cronômetro finalizando>
- 6 T - peráí, peráí, peráí, vamos esperar acabar o tempo pra gente resolver ((QUEBRA))
- 7 M - é, só que vai dar errado, túlio
- 8 P - é
- 9 M - Ô::: trinta e seis mais:
- 10 T - espera acabar o tempo
- 11 M - só que vai dar errado, menino
- 12 [
- 13 <som de erro>
- 14 M - vai, dezesseis
- 15 T - aí" como é que faz"
- 16 <clica sobre a margem de erro>
- 17 <som de cronômetro disparado>
- 18 M - ali deu trinta e seis, trinta e: eita me esqueci num acredito/ trinta e um aí/ dá quarenbta e sete aí/ bota
19 quarenta e sete aí
- 20 T- ((clica <4> <7> <=>))
- 21 <som de acerto > <4%>
- 22 M - quatro por cento

/.../

Ao perceber que o cronômetro estava finalizando, o aluno T preferiu esperar para fazer os cálculos com o mesmo parado (linha 6). Mas o ambiente *Estima* tem como objetivo maior levar o usuário a desenvolver cálculos aproximados e estimativas, por isso a necessidade do cronômetro. Porém talvez um outro tipo de ênfase pudesse ser dada a esse elemento, ou poderia haver alguma regra do jogo para favorecer os cálculos estimados, já que mesmo quando o cronômetro estava parado eles podiam continuar resolvendo os cálculos. A subsequência formulativa gerada em seguida à quebra nos aponta para esse fato, também frequente nas outras análises. Ao final do episódio, vemos que a aluna M vinha desenvolvendo uma linha de raciocínio, mas tem dificuldade de retomar a seqüência, após a subsequência encaixada que se seguiu à quebra, já que foi interrompido o processo de construção conceitual (linha 18) com a *Subseqüência Encaixada Formulativa*.

Ambiente: Estima - Aproximação		Subseqüência Encaixada	
Quadro Tópico	Quebra/ Causa	Tipo	Subtópico
resolução de expressão numérica	sugestão do aluno para esperarem o cronômetro finalizar	Formulativa	regra da atividade: cronômetro

A partir desses episódios analisados podemos pensar sobre as características específicas desta mediação, como melhor desenvolvidas na próxima seção.

3.2 Características gerais da interação mediada pelo software

Observando a estrutura geral da conversação mobilizada pelo uso do *Calcule!*, verificou-se como os alunos estavam, enquanto interlocutores durante a atividade, engajados em uma determinada circunstância, na qual a atenção visual e cognitiva de ambos voltava-se para aquela tarefa comum, tornando bastante emergentes algumas características conversacionais.

Compreendemos que a coerência, ao lado da troca de turnos, é um dos organizadores conversacionais mais importantes, e tanto uma quanto a outra foram evidenciadas no presente trabalho. Essas evidências são indicadas pelos marcadores verbais, não-verbais e supra segmentais e muitos outros tipos, ligando cadeias de seqüências tópicas e orientando os falantes entre si na atividade com o *Calcule!*.

Nesse sentido, a conversação desenvolvida a partir deste programa gerou momentos de negociação de significados, cuja coordenação dava-se cooperativamente e não por decisão unilateral. Os turnos de fala estavam ligados aos turnos seguintes e aos anteriores, mas sempre mediados pelo software, que participava da seqüência tópica de forma bastante localizada. Essas características apontaram para a forma como aconteceu a interação da dupla durante o uso do software, o que nos levaram a tomá-la não como uma *interação face-a-face*, mas devido à mediação do software durante a atividade consideramos tratar-se de uma *interação (face-a-face) - objeto*.

Os usuários não apenas atribuíam turnos ao software como também construíam significados para os elementos e guidelines existentes na interface do mesmo, já que atribuíam conteúdos comunicativos àquelas manifestações, geralmente sob a forma de atos de fala da categoria dos assertivos, de Searle. Criavam então todo um campo simbólico que mediava o uso para o desenvolvimento da atividade, onde tinham que integrar conhecimentos sobre as

representações e ações próprias à tarefa (matemática) e ainda sobre os elementos e ações próprios à interface.

Algumas características gerais desta interação com o software merecem destaque pela singularidade com que se apresentaram, apontando para algumas particularidades relativas à interação dos alunos com o *Calcule!* como:

1) Características do software como mediador na construção da conversação:

Os feedbacks emitidos pelo programa apareceram como retornos a determinadas ações dos usuários, como se fosse o segundo interlocutor de um par adjacente do tipo pergunta-resposta, comando-aceitação/recusa, etc. Nesses momentos a relevância condicional especificava expectativas das crianças para com o software, em relação às suas ações.

Os feedbacks para erro propiciavam um processo de edição ou auto-edição, uma vez que não corrigiam as respostas do usuário, apenas indicavam os erros. Logo, o mecanismo de correção durante o uso do software pôde ser tomado, em vários momentos, como *auto-correção iniciada pelo outro* - sendo o outro, no caso, o *Calcule!* Alguns desses feedbacks "assaltavam o turno" numa tomada que gerou quebras de tópicos ou processos de reconstrução e inserções no nível linear da conversação.

Existiram determinados momentos específicos durante o uso do software, como por exemplo as entradas e saídas dos módulos (ambientes), ou a conclusão de uma tarefa no ambiente, que apareceram como espaços de transição para a tomada de turno, sendo também propícios ao desenvolvimento de novos quadros tópicos.

2) Características da atividade com o software que se refletem nas construções dos alunos interlocutores durante o processo de uso:

O usuário que estava com o mouse produzia menos sentenças diretivas (aquelas que levam o ouvinte a fazer algo), porque ele era aquele que causava alterações na tela através do mouse; ele realizava a ação na interface. No geral, em relação a esse ponto, o usuário com o mouse construía sentenças compromissivas (ele se comprometia a realizar determinada ação e podia vir a realizá-la em seguida ou simultaneamente). Por outro lado, o usuário que não estava com o mouse fazia uso freqüente dessas sentenças diretivas como pedidos, sugestões ou ordens direcionadas ao ouvinte no sentido de querer levá-lo a desenvolver determinada ação que necessitasse do mouse.

Os alunos conversavam entre si embora olhassem para a tela enquanto conversavam, durante a atividade, sendo raramente percebido um voltar-se ao outro da dupla através de olhares, meneios de cabeça, risos ou gestos, recursos não-verbais ou pára-lingüísticos fundamentais à interação face-a-face por estabelecerem, manterem e regularem o contato.

Havia um grande número de sentenças assertivas, no sentido de que os usuários faziam leituras dos guidelines da interface. Eram momentos nos quais nitidamente percebíamos presente a “voz” do autor do software nas palavras dos usuários, ainda que essa “voz” não fosse sempre compreendida pelos usuários de acordo com as intenções do autor, já que a compreensão é mesmo um processo criativo e subjetivo.

3) Características que demonstram possíveis diferenças na aplicação da mesma atividade sem os recursos computacionais:

A organização das informações na interface do *Calcule!* permitiu um certo controle feito pelo próprio sistema sobre vários pontos ao mesmo tempo como por exemplo: cronômetro, "aviso" que o tempo estava acabando através de um som característico, retorno (feedback) para as respostas (acerto e erro, e não respondida), registro de acertos e erros em um quadro, registro das quantidades de tentativas para a mesma questão, ou seja, das quantidades de respostas realizadas bem como das "não respondidas" embora acessadas, gráfico de desempenho do usuário, entre outros de difícil estruturação através de recursos não informatizados.

4) Características da fala durante o uso:

O nosso “fio de Ariadne”, ou seja, aquele fio orientador que nos permitiu reconstruir o labirinto de significados feito pelos usuários manteve-nos atentos às subsequências encaixadas e suas causas. Seria talvez oportuno perguntar se o software também foi construtor desse labirinto e a resposta que encontramos não é tão simples. Acontece que o software participa desta construção, até porque traz representados em sua interface os significados estabelecidos pelos seus conceptores. No entanto, quem constrói significados para tais representações são os alunos durante a atividade. E é mesmo através do diálogo entre estes alunos que podemos verificar a qualidade da interação, logo a qualidade da atividade.

A partir da análise do protocolo da dupla M e T temos a seguinte tabela:

TABELA 1
Quadro geral de Subseqüências Encaixadas por ambiente

	FORMULATIVA	ASSOCIATIVA	SUBORDINADA
DESCALC.	08	01	27
CRIPTO	04	01	19
ESTIMA	13	04	28

total | 25 | 06 | 74

De fato, das 105 quebras verificadas na conversação entre a dupla, 74 das Subseqüências Encaixadas seguintes foram Subordinadas, verificando um vínculo entre tais tópicos com o conceito objetivado pelo autor. Um menor número foi verificado para Subseqüências Encaixadas Associativas (06 subseqüências, apenas). Em relação às Formulativas, encontramos 25 dos tópicos.

No ambiente Estima, que se subdivide em 3 módulos distintos, embora todos tendo como objetivo a estimação de quantidades, encontramos os seguintes números:

TABELA 2
Quadro de Subseqüências Encaixadas por módulos do Estima

	FORMULATIVA	ASSOCIATIVA	SUBORDINADA
GRANDEZA	05	01	05
INTERVALO	04	--	14
APROXIM.	04	03	09
total	13	04	28

Como podemos perceber, as Subordinadas forma novamente encontradas em maior número (28), sendo o módulo Intervalo o maior gerador de tais subseqüências subordinadas.

Mas apenas olharmos para tais números não nos dá a dimensão exata e a distribuição destes tópicos pelos ambientes. Uma análise mais fina, atentando para a dinâmica do uso e para as "causas" das quebras revela-se, assim, muito mais apropriada. Também os momentos em que tais quebras aparecem - se no início, se no fim do uso; se houve um determinado momento em que se proliferou um tipo de subseqüências e porquê; entre outras características que são reveladas quando reconstruímos o "mapa"do percurso e delineamos o passo-a-passo das quebras e dos tópicos durane o uso.

E é quando nosso olhar começa a buscar as supostas "causas" das quebras que vemos a complexidade desta tarefa. Ou seja, admitimos que não há um único fator causador dos tópicos numa conversação até mesmo porque o sistema é considerado como um todo, sendo estas causas, portanto, fazendo parte de todo um complexo de significações que não se encontra em uma parte ou em outra especificamente, mas no contexto do uso do software. E este contexto inclui cada um dos usuários interagindo entre si, mediados pela interface do software e a participação, neste caso, da pesquisadora.

Logo, mesmo quando consideramos a quebra de uma seqüência como sendo "causada" por uma intervenção da pesquisadora, ou como sendo causada por uma dúvida de um dos alunos sobre as regras do jogo, ou ainda pelo feedback emitido pelo sistema, qualquer destas causas só fazem sentido dentro de uma trama complexa de significações que envolvem o todo do contexto. Mantemos o termo "causa" da quebra, mas admitindo que tal "causa" pode ser tomada apenas como um "ponto de mobilização para nova seqüência tópica", ou ponto original".

Assim, podemos reconstruir o labirinto:

O tópico que orientou e perpassou a maior parte do processo esteve ligado ao domínio específico do software: aritmética. Esse tópico foi gerado pela própria atividade que motivou o encontro daqueles falantes, ou seja, o uso do *Calcule!* – software educacional de matemática -, que trazia atividades com as operações fundamentais da aritmética. Havia portanto "algo sobre o que conversar", possibilitando uma "interação centrada". Ao analisar tal conversação, verificamos a predominância de seqüências voltadas aos conteúdos matemáticos propostos pelas atividades de cada ambiente, dizendo respeito, portanto, à atividade matemática em si. Como o próprio nome sugere, o *Calcule!* trabalhou com o cálculo mental entendido não em oposição ao cálculo escrito, mas enquanto cálculo no qual "em função dos números e da operação formulada,

seleciona-se um procedimento singular adequado a essa situação, e que pode não sê-lo para outra" (Parra, 1998; p. 189).

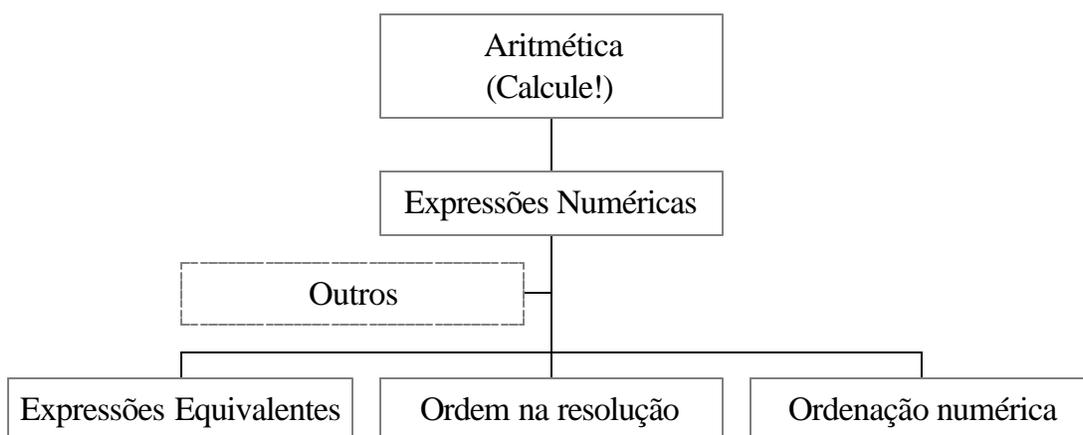
Os alunos raciocinaram sobre números e sobre operações e não sobre quantidades materiais, afastando-se do nível mais elementar daqueles sugeridos por Resnick (1995). Desse modo, exploraram as propriedades dos números, utilizando para isso regras de manipulação de símbolos numéricos escritos e regras procedimentais particulares, embora não fizessem uso de uma escrita produzida por eles próprios.

Esses raciocínios, segundo Resnick, podem ser encontrados na "matemática dos números", entendendo estes como entidades conceituais que podem ser manipuladas ou sobre os quais podem ser efetuadas ações que resultam na troca desses números: n mais n , n vezes, mais n , menos n , são alguns dos termos lingüísticos representativos desse tipo de raciocínio. As operações da matemática dos números são portanto ações de somar, subtrair, multiplicar e dividir, aplicada a números específicos como se estes fossem substantivos. Claramente no ambiente *Cripto* percebemos essas formas de raciocinar, embora não se limitando a este ambiente.

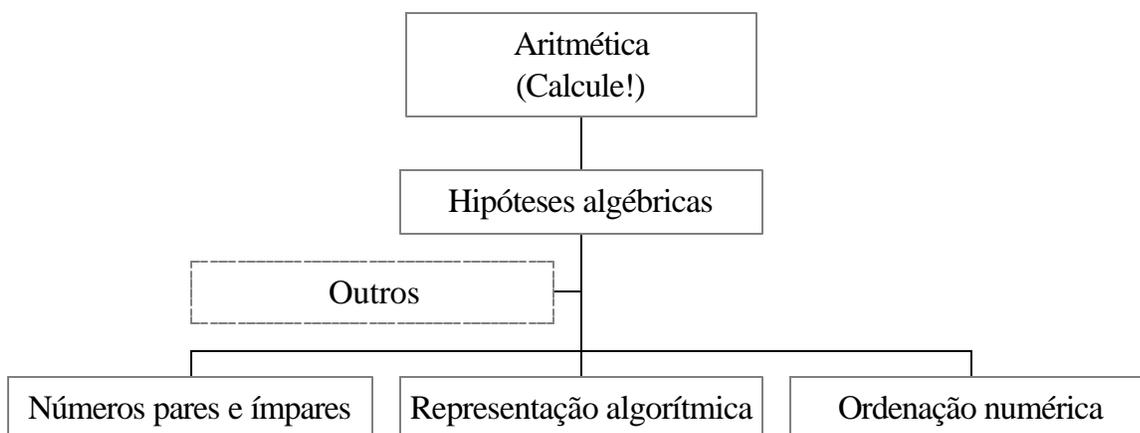
Outro tipo de raciocínio dos alunos também foi verificado, mais fortemente nos ambientes *Descalculadora e Estima*, o qual se aproxima da noção de "matemática de operadores" pois as ações de somar, subtrair, multiplicar, dividir, equivaler eram desempenhadas sobre números, não entendendo estes enquanto objetos isolados. As operações eram tratadas como verbos transitivos que descreviam as propriedades dos números: comutativa, associativa, distributiva, composição e decomposição de números. Esse último tipo de raciocínio sobre operadores, entre os descritos por Resnick (1995), estaria mais próximo das características da "matemática dos matemáticos" (*math math*).

Sobretudo, percebemos que estes raciocínios organizavam-se na conversação numa constante alternância de turnos, sendo que alguns turnos reorientavam, quebravam ou mudavam o tópico em curso, o qual era, assim, redirecionado para o tratamento e desenvolvimento de outros tópicos conversacionais. Foram justamente esses momentos que nos deram subsídios para pensar o quadro geral da organização tópica durante o uso do *Calcule!*, e, pensando na idéia de fragmentos tópicos recobertos por um tópico superior, estabelecer a seguinte estrutura:

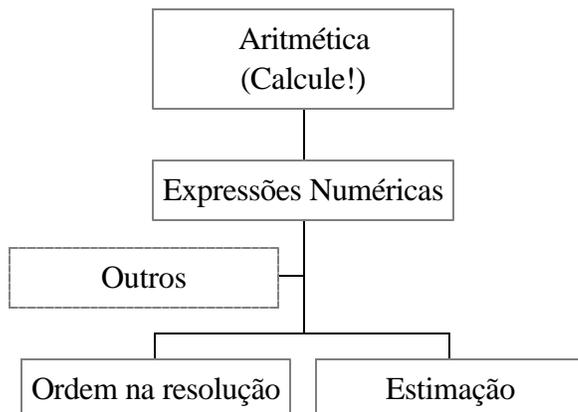
A) DESCALCULADORA



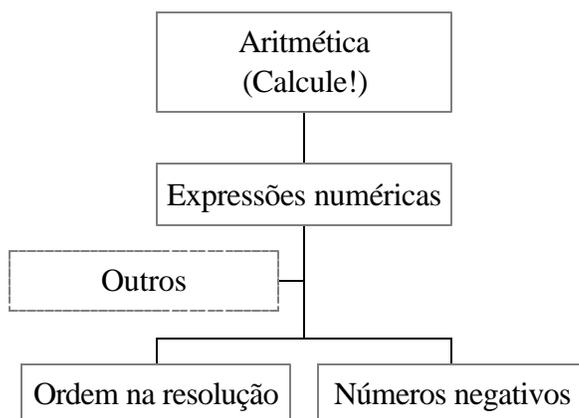
B) CRIPTO



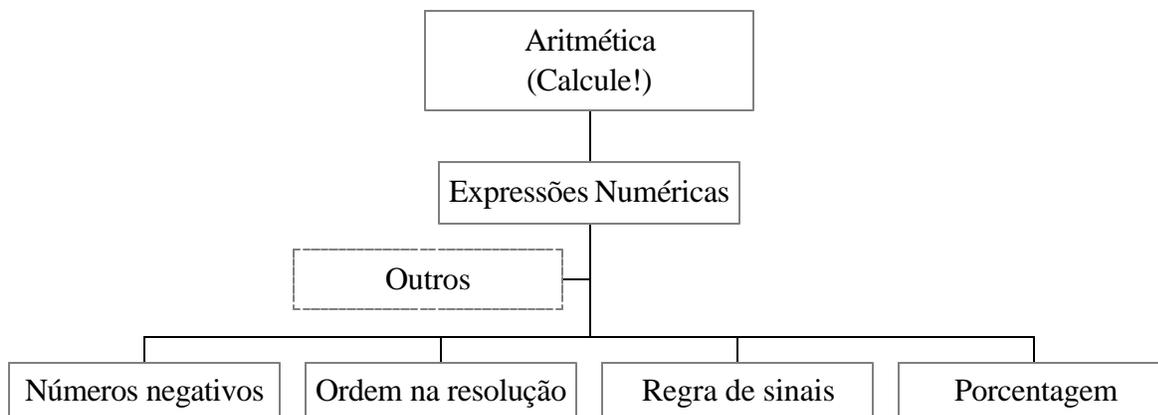
C) ESTIMA – GRANDEZA



D) ESTIMA - INTERVALO



E) ESTIMA - APROXIMAÇÃO



A partir dos diálogos estabelecidos durante o uso do *Calcule!*, podemos elaborar uma estrutura mais ampla da organização tópica da conversação ao longo dos ambientes propostos pelo software. Ou seja, se olharmos para os ambientes como estando os mesmos organizados segundo os tópicos na conversação durante o uso, percebemos uma organização maior, cujo supertópico liga os mesmos entre si, seguindo uma forma de representar e trabalhar sobre números e operações própria ao programa como um todo. Esse supertópico foi portanto a aritmética.

No entanto existem especificidades tópicas para cada ambiente. Através de um quadro mais global, e da observação de todos os ambientes dentro desta estrutura maior da organização tópica, encontramos que os quadros tópicos dos ambientes *Descalculadora* e *Estima* foram expressões numéricas. No ambiente *Cripto*, no entanto, o quadro tópico foi hipóteses algébricas.

Os subtópicos construídos durante o ambiente *Cripto* estavam nitidamente orientados pelas informações abertas no "mais cripto" (botão) e pela representação algorítmica do criptograma, sobre a qual os alunos elaboravam hipóteses algébricas para as incógnitas. Daí, então, foram construídos subtópicos como: números pares e ímpares, ordenação numérica e representação algorítmica.

O desenvolvimento dos diálogos durante o uso dos ambientes *Descalculadora* e *Estima*, embora tivessem um mesmo quadro tópico – Expressões numéricas – seguiram muitas vezes particularidades seqüenciais que levaram a construção de diferentes subtópicos entre eles. Os subtópicos do ambiente *Descalculadora* foram expressões equivalentes, ordem na resolução e ordenação numérica. No *Estima*, esse subtópico ordem na resolução apareceu no módulo *Grandeza e Intervalo*. No *Estima* verificamos a construção de seqüências com um nítido subtópico sobre estimação, que embora fosse o objetivo maior do ambiente, não se destacou nos

outros módulos deste ambiente. O cronômetro foi o objeto usado para mobilizar esse tópico conversacional, mas o fato de poderem resolver as expressões com o cronômetro "parado" parece ter contribuído com a diminuição de cálculos estimados por parte dos alunos, que procuravam estipular cálculos exatos.

O subtópico números negativos só aparece nos módulos *Intervalo* e *Aproximação* (do ambiente *Estima*), módulos em cujas interfaces havia representações matemáticas para esse conceito: reta numérica e palavra "negativo" (no botão da máquina digitadora). No último módulo do *Estima* (*Aproximação*), houve uma maior diversidade de subtópicos, cujas causas também eram mobilizadas pelo feedback para acerto e erro - margem percentual do erro - tanto que aparece também, entre esses subtópicos, aquele referente a porcentagem.

Representamos como "outros" os subtópicos que desenvolviam diferentes seqüências tópicas afastadas do supertópico. Logo, eram constituídos, nas seqüências, tópicos referentes por exemplo à interface ou às regras do jogo entre outros, o que caracterizamos como *Subseqüência Encaixada Formulativa*. Contudo, em todos os ambientes prevaleceram as *Subseqüências Encaixadas Subordinadas*, bem como foram menos freqüentes as *Associativas*. Houve *Subseqüências Formulativas* em todos eles as quais remetiam a tais dúvidas dos interlocutores quanto à regra do jogo ou às características da própria interface. Nesses momentos eram estabelecidos os "outros" subtópicos que nos referimos na estrutura da organização tópica "desenhada".

Para cada uma das subseqüências, existem especificidades referentes aos respectivos ambientes, apontando para as características da interação com o software que interferem no espaço simbólico que se desenvolve em direção à construção conceitual. Não entraremos em detalhe da avaliação desses pontos no software *Calcule!*, até porque uma avaliação mais

completa deveria conter alunos de 6^a, mas também de 4^a e 8^a séries, média e limites de destinação do software. De qualquer forma, através da análise da conversação, podemos especificar algumas características que levaram ao desenvolvimento de uma seqüência e não de outra, e as implicações educacionais de tais desenvolvimentos.

Ainda considerando tais especificidades, temos, de uma forma geral, alguns indícios que apenas serão exemplificados aqui:

Assim, no ambiente *Descalculadora* as formulativas foram causadas por dúvidas dos alunos quanto a alguma regra do jogo, mas apurando esta análise vemos que estas dúvidas foram construídas na própria conversação e uma interpretação para a regra explicitada e detalhada a partir do botão de ajuda do ambiente. Talvez uma melhor redação destas regras, quando no acesso à ajuda do ambiente, evitasse possíveis ambigüidades.

No ambiente *Cripto*, a ausência de um número no quadro de hipóteses, quando essa hipótese já havia sido escolhida para uma outra incógnita, funcionou como auxiliar mnemônico e gerou subseqüências subordinadas ao quadro tópico, ampliando o campo simbólico para o desenvolvimento de compartilhamento de significados voltados à aritmética. Esse favorecimento à memória do usuário é um dos princípios do design da interface e, como vemos, foi utilizado na implementação do conceito na interface do software em estudo.

O ambiente *Estima* mostrou alguns truncamentos iniciais decorrentes da falta de consistência e gerou subseqüências formulativas, as quais abordam como tratar o tema e, portanto, o tópico não está vinculado ao anterior. Como dissemos, na estrutura organizacional exibida acima esses tópicos são referidos como "outros". Também no *Estima*, a falta de hierarquização no quadro de acerto e erro gerou subseqüências formulativas, que fizeram com que os alunos desviassem do quadro tópico e passassem a tratar sobre outros tópicos não

vinculados ao supertópico aritmético. Consistência, bem como hierarquização, são regras do design de interfaces interativas, como vimos nos nossos referenciais teóricos, que pelo que foi analisado não foram seguidas para esses aspectos específicos do software *Calcule!*.

Muitas dessas subsequências formulativas, no entanto, eram geradas por uma dúvida específica dos alunos quanto às regras do jogo (ou da atividade matemática), por exemplo, muito mais do que por algumas características do design da interface. Também quando a pesquisadora reconfigurava o ambiente no qual os alunos vinham desempenhando a atividade, ocorria uma quebra no fluxo da conversação e, conseqüentemente, o tópico gerado afastava-se do supertópico e passava a tratar da atividade em si, não se referindo a qualquer conceito matemático. Ou seja, existiram diferentes mobilizadores para as novas seqüências geradas, os quais eram pontuados nas falas dos usuários - nas intervenções e nas significações dos interlocutores durante a atividade.

Então percebemos que estas falas ora remetiam aos insights, intervenções e contribuições dos próprios sujeitos no processo de uso, ora diziam muito mais respeito a um aspecto da interface - princípios e guidelines da mesma. Esses mobilizadores, portanto, ora pareciam contribuir com o desenvolvimento conceitual, ampliando o espaço para o compartilhamento de significados, ora impediam esse desenvolvimento, pois contribuía para que a seqüência se distanciasse do tópico vinculado aos conceitos.

O que dizer então de tudo isso, se um tipo de subsequência pode contribuir com a construção do conceito em alguns momentos, e esse mesmo tipo de subsequência em outros momentos pode não contribuir com tal construção? Quais seriam os critérios que poderíamos utilizar para estabelecer as contribuições de cada tipo de seqüência para a aprendizagem? Para respondermos a essas indagações, apuramos mais ainda o olhar para os momentos de quebras nas

seqüências, e através das causas específicas que as geravam pudemos definir algumas diferenças significativas entre *Subseqüências Encaixadas Formulativas*, *Subordinadas* e *Associativas*, e suas contribuições para o compartilhamento de significados entre usuários. Estas diferenças apontam para a possibilidade de avaliar a qualidade educacional de um software baseada no diálogo. Nesta próxima seção desenvolvemos as idéias advindas de tais observações.

Como podemos vislumbrar, o nosso fio condutor não apenas nos norteou no labirinto rumo aos objetivos iniciais, mas também indicou as entradas para que compreendêssemos a lógica de construção de labirintos como este.

3.3 Avaliação de software educacional: contribuições para um novo modelo

Estivemos ao longo deste trabalho observando o sistema que regia uma determinada prática, ou seja, a textura semiótica de uma atividade mediada por um software educacional, e verificando as contingências que possibilitavam o desenvolvimento da mesma.

A partir dessas observações, vimos que o autor do software encontra eco para suas idéias nas palavras dos usuários durante o uso, já que se trata de uma atividade semioticamente mediada pela interface. A interface, portanto, assume o lugar especial de um *quase-outro* na dinâmica comunicativa e, enquanto outro, pode orientar bem como limitar o processo de compreensão estabelecido entre interlocutores.

A compreensão é um processo dinamicamente construído entre interlocutores, e os atos de fala não podem ser vistos exclusivamente do ponto de vista de quem os produz nem somente do ponto de vista de quem os recebe, mas na interação. Assim, a forma de implementação do conceito, os guidelines e sua estruturação na interface estavam refletidos na conversação dos

usuários em interação durante a atividade, interferindo no processo de compreensão. Ou seja, os significados que os usuários atribuíam aos elementos da interface interferiram no processo de compartilhamento de significados. Foi essa dinâmica que apontou para possibilidades de avaliar um software educacional a partir do diálogo entre alunos.

Fundamentados na análise da conversação e, mais especificamente, em algumas adaptações sobre os pressupostos delineados na fundamentação teórica, sustentamos que é possível avaliar a qualidade educacional de um software, a partir da colaboração dos usuários agindo em dupla diante do mesmo. Seria um modelo centralizado principalmente nos momentos de *quebra de tópico* onde sugerimos que, a partir da verificação das causas de tais quebras e suas conseqüências na construção dos diálogos pelos alunos, conseguimos identificar as relações que se estabelecem entre o software e o usuário, no sentido da colaboração entre a dupla.

Os *momentos de quebra* nos permitiram verificar quais eram as características do ambiente ou da atividade que estavam levando à construção de uma nova seqüência tópica. A partir dessa verificação, era estabelecida a conexão entre a seqüência prévia e a seguinte, relacionando-as com a construção de significados e com o desenvolvimento dos conceitos propostos pelo software.

A causa específica das mudanças e quebras de tópicos, e a conseqüente seqüência tópica gerada a partir da mesma, foi o ponto fundamental que norteou a análise do processo colaborativo e do processo de construção conceitual durante o uso desta mídia específica. As observações centralizaram-se nas trocas de turnos, nos pares adjacentes e nos processos locais estabelecidos entre um tópico e outro. Então focalizou-se o momento de quebra ou mudança tanto de forma prospectiva quanto retrospectiva, priorizando o passado e o futuro deste

momento, ou seja: o que causava a quebra/mudança de tópico e qual a seqüência gerada a partir da mesma.

Antes de passarmos ao detalhamento sobre como propomos essa avaliação, é válido ressaltar algumas idéias centrais: as conversações são organizadas por estratégias de formação e colaboração, que permitem aos falantes orientarem coerentemente a seqüência tópica da atividade na qual estão situados. Nesse processo de interpretação mútua, local e coordenada existe a possibilidade de quebras entre a continuidade e a mudança de tópico, as quais podem ser momentos ricos para a construção de sentido e estruturação da atividade, embora muitas vezes apenas interrompam o fluxo conversacional, não trazendo maiores contribuições.

Para a melhor compreensão do modelo, relembramos que a mudança de tópico ocorre quando o tópico chegou ao seu final, e há quebra de tópico quando o tópico é interrompido, podendo retornar. Mas tanto para a quebra quanto para a mudança uma regra é básica: as mesmas ocorrem quando dois turnos contíguos não seqüenciam o mesmo conteúdo.

A partir dessas idéias gerais, demonstramos que a organização tópica da conversação, estruturada durante a atividade com o software, forneceu algumas diretrizes para a avaliação daquele mediador entre o sujeito e o conhecimento. Ressaltamos que os limites das unidades tópicas são depreensíveis não apenas pelo conteúdo (ou assunto), mas por um conjunto de marcas formais bem estudados pela Análise da Conversação (Marcuschi, 1991) como aplicados em nossos estudos.

Respaldados pelas teorias do discurso que nos fundamentaram para a presente pesquisa, levamos em conta que não existe sentença fora ou externa a alguma seqüência específica, bem como não existe um “contexto nulo” para suas ocorrências. Desse modo, as seqüências tópicas

ocorridas durante a interação com o software estavam situadas no contexto de uso e remetiam tanto aos turnos de cada participante quanto à mediação do software.

Portanto, uma primeira afirmação tem fontes coerentes tanto com os estudos sobre design (Shneiderman, 1997; Mandel, 1997) quanto com a Análise da Conversação (Marcuschi, 1991; Koch, 2000): Quanto mais fluida for a conversação durante o uso de um software educacional, mais amigável podemos considerar a interface.

No entanto, sabemos que uma interface pode ser bastante amigável e ainda assim não possibilitar o desenvolvimento conceitual. Este é um problema que verificamos persistir em alguns critérios que fundamentam várias propostas de avaliação de interfaces voltadas à educação, pois centralizam-se exclusivamente nas características do design.

Então, para não cairmos na mesma falha cometida por aquelas propostas, complementamos nosso modelo e lançamos sobre a organização tópica da conversação as contribuições advindas dos estudos sobre colaboração e convergência conceitual. Esses estudos nos dizem que a troca conceitual entre estudantes é possível a partir do compartilhamento de significados, conseguido gradualmente através das ações cada vez mais elaboradas em torno de um conhecimento comum. Essas ações decorrem da participação colaborativa em um espaço de problema conjunto.

Desse modo, vimos que o software é elemento fundamental para a convergência das ações e atenções dos participantes para um mesmo ponto focal. Este ponto – em se tratando de software educacional – objetiva atingir conceitos específicos ou situações locais para o ensino. Então, uma segunda afirmação complementa nossa proposta: quanto mais o software contribuir para o compartilhamento e a troca conceitual, abrindo um campo para interconexões entre conceitos, mais propício mostra-se à aprendizagem.

Vejamos então as possibilidades de pensarmos um modelo para avaliação de softwares educacionais, com base nessas idéias:

Quebras com desenvolvimento de Subseqüência Encaixada Formulativa (aborda como tratar o tema):

As *subseqüências encaixadas formulativas* desviam do tópico em andamento pois os participantes passam a abordar como tratar o tema. Quando elas são geradas a partir dos significados construídos pelos usuários para algumas características do design da interface (princípios e/ou guidelines), ou a partir destes, não as vemos como positivas, uma vez que interrompem a conversação não tornando o uso fluido o bastante para o desenvolvimento conceitual.

Por outro lado, esse mesmo tipo de subseqüência pode ter suas causas vinculadas a outros motivos, que dizem respeito muito mais à subjetividade do usuário do que à interface, como por exemplo: dúvidas quanto à regra do jogo, distração, adaptação a um novo nível de dificuldade configurado, etc. Nestes casos, devem ser verificadas particularmente, pois podem contribuir para a adaptação do usuário à atividade, e são mesmo necessárias em um primeiro momento para que haja um bom desenvolvimento da atividade, com seqüências cada vez mais voltadas para a construção de significados visados pelo ambiente.

Quebras com desenvolvimento de Subseqüência Encaixada Associativa (vincula-se acidentalmente ao tema):

Quanto às *subseqüências encaixadas associativas*, podemos dizer que caso elas aconteçam devido às construções de significados dos participantes em relação aos princípios e guidelines do design de interface, também não se mostram positivas para o desenvolvimento conceitual. Ora, se elas vinculam-se apenas acidentalmente ao tópico principal, durante a atividade com o software, a construção de subseqüências desse tipo tanto pode favorecer à aprendizagem em um dado processo de uso, como pode não favorecer em um outro. Então parece mais coerente com nossos pressupostos que as mesmas devem ser evitadas. Mas essa associação pode, por exemplo, ser consequência de insights, de intervenções oportunas ou colaborações entre os pares e nesses casos será, portanto, positiva do ponto de vista conceitual.

Reforçamos com isso a idéia de que para valorarmos cada tipo de subseqüência, muito mais do que para elas próprias, devemos olhar para a estruturação tópica como um todo e inserí-las numa estrutura muito maior na qual as seqüências precedentes e as futuras são fundamentais para o processo. As causas das quebras, portanto, e ao quê elas remetem, é que vão nos permitir qualificar os diálogos durante o uso do software.

Quebras com desenvolvimento de Subseqüência Encaixada Subordinada (vincula-se ao tópico em andamento):

Quando a quebra gera uma *Subseqüência Encaixada Subordinada*, outros tópicos referentes ao conceito ganham lugar na atividade, mostrando que está havendo o desenvolvimento do supertópico e que os alunos mediados pelo software, por sua vez, estão construindo um espaço propício para o compartilhamento de significados, favorecendo o caminhar para a convergência conceitual. Nesse caso, se a *Subseqüência Encaixada Subordinada*

é decorrente dos significados que os usuários contruíram para uma característica da interface (seus princípios e/ou guidelines), verifica-se que essa característica é bem vinda, adequada e, mais que isso, teve uma participação na atividade colaborativa. Ou seja, não apenas torna o ambiente amigável ao usuário, como também permite ligações conceituais. As subsequências deste tipo sempre favorecem o compartilhamento de significados e contribuem para a troca conceitual.

Quebras com desenvolvimento de Subseqüência Encaixada Alternadas (quebras constantes sem retorno ao tópico principal):

A partir desses três exemplos de subsequências podemos concluir para as subsequências alternadas o seguinte: caso hajam quebras constantes sem retorno ao tópico (característica das *seqüências alternadas*), caso elas sejam decorrentes de princípios e guidelines da interface e de como os usuários criaram significado para os mesmos, o processo de uso está sendo bastante interrompido e truncado uma vez que a conversação entre os usuários não está acontecendo de forma contínua. Logo, a interação com o ambiente informatizado não é amigável e não está abrindo um campo para possíveis trocas de significados. Caso não possamos remeter essas causas às características da interface, deve-se especificar as outras possíveis causas: distrações, adaptações às regras da atividade, falta de interesse em participar da atividade e outras que requerem uma nova aplicação do modelo.

No geral, podemos estabelecer que quanto menos seqüências alternadas e menos subsequências formulativas forem construídas ao longo do uso de um software, mais fluida e sem truncamentos está se dando a atividade. Ou seja, mais amigável é a interface daquele

ambiente informatizado. Também podemos dizer que as subseqüências encaixadas subordinadas revelam-se enquanto as mais importantes para a construção de sentidos, pela possibilidade de encadeamento de uma teia de conceitos que amplia o espaço simbólico para o compartilhamento de significados entre os usuários. Mas é a causa de cada subseqüência, como já enfatizamos, que nos permite valorá-las. É como se houvesse sub-categorias para cada tipo de subseqüências, categorias estas especificadas pelas causas das quebras.

Mudança de tópico (o tópico anterior chegou ao seu final):

Quanto às mudanças de tópico, vemos que a cada novo ambiente existe uma abertura para que um novo quadro tópico seja construído pelos usuários, indicando que o anterior chegou ao seu final. É portanto quando há a mudança de ambiente dentro de um software que a mudança de tópico será bem vinda. Estamos considerando *ambiente* enquanto um espaço informatizado, possibilitado por uma interface específica, para o desenvolvimento de algumas ações próprias àquele espaço na atividade. Assim, tomando como exemplo o software estudado na presente pesquisa, o mesmo possui 3 ambientes distintos: *Descalculadora*, *Cripto* e *Estima*, sendo que o *Estima* ainda está subdividido em outros 3 sub-ambientes: *Grandeza*, *Intervalo* e *Aproximação*. Essas subseqüências, advindas da mudança de ambiente desse tipo, estão vinculadas a conceitos e abrem espaço para que um novo quadro tópico seja desenvolvido. A cada mudança de ambiente o quadro tópico pode também ser alterado sem comprometer a qualidade educacional do software.

Mas cada um deles possui ainda ambientes específicos para configuração, avaliação, ajuda e outros cujos quadros tópicos objetivados pelo autor não são conceitos específicos ou

situações locais para o ensino. Logo, aparecerão como quebras quando são acessados durante a atividade na interface principal do ambiente, pois haverá o retorno à mesma. Então provavelmente nesses momentos se constituirão subsequências do tipo das formulativas.

Nível de problematização:

Para completar o ciclo de avaliação, porém, é importante que os usuários sejam dispostos de modo a abranger os níveis de dificuldades possibilitados pelo software. No exemplo de caso ilustrado aqui para avaliação do software *Calcule!*, mais do que a 6ª série - ponto médio de destinação - tanto alunos iniciantes (4ª série) quanto avançados (8ª série) deveriam ter sido analisados, para tornar o processo mais completo. Um programa como o *Calcule!*, por exemplo, oferece a possibilidade de construção das próprias operações no ambiente *Descalculadora*, o que poderia ter sido usado para comparar o nível das duplas entre si.

Acerto e Erro:

A forma como o software vai lidar com acerto e erro tem grande influência nas conduções das seqüências. Como vimos, no nosso software exemplar havia um feedback para acerto e para erro, com o respectivo registro da resposta em um quadro. Após cada feedback era possível uma transição, podendo a atividade ser conduzida pelos participantes ou para a continuidade do tópico ou para a quebra.

No entanto, existem softwares que não apenas apontam o erro, mas o corrigem; também existem alguns que não permitem a passagem para um próximo nível, ou para um próximo

problema, antes de a resposta correta ser emitida; outros ainda emitem dicas e sugestões para a resolução da atividade; enfim, as múltiplas possibilidades de feedback para acerto e erro trarão contribuições específicas à construção dos diálogos, até porque existem softwares que não lidam com respostas dos usuários à questões específicas e são abertos o bastante, o que com certeza trará particularidades para a conversação entre os usuários.

Organização tópica:

A análise dos limites entre unidades tópicas é um dos momentos da avaliação, mas a mesma, por si só, não garante a qualidade educacional de um software. Para tanto, deve-se primar por um outro momento, que consiste em "desenhar" a organização tópica da conversação e a forma como estão conectados os tópicos ao longo dos ambientes, de modo a verificar os quadros tópicos que vão sendo abertos no decorrer da atividade, sendo então possível, a partir disso, estabelecer os possíveis ou prováveis caminhos de desenvolvimento conceitual possibilitados pelo software. É importante mencionar que muitas vezes, embora contendo diferentes ambientes, estes podem desenvolver um mesmo quadro tópico, como vimos em relação ao *Calcule!*, que gerou semelhantes quadros tópicos nos ambientes *Descalculadora* e *Estima*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomamos agora os objetivos da pesquisa, mas muito antes de encerrar questões em pontos conclusivos, estamos certos de que o lugar que alcançamos a partir desses estudos abriu caminhos para novos questionamentos. Nossos objetivos foram: investigar a construção de significados mediada por um software educacional; verificar as ações construídas colaborativamente durante seu uso; e identificar os mecanismos orientadores dos diálogos durante essa interação.

Ora, para atingir a esses objetivos, a análise feita focalizou os diálogos durante o uso de um software e também o desenvolvimento da atividade com o programa. Esse enfoque mostrou-nos, porém, que a Análise da Conversação complementada pela Teoria dos Atos de Fala foi apropriada não apenas como instrumento metodológico, mas forneceu-nos subsídios para refletirmos em relação à avaliação de softwares educacionais. Para isso, no entanto, o foco de análise centralizou-se nos limites entre as seqüências tópicas, ou melhor, as quebras na seqüência da conversação.

Os pontos fortes da avaliação baseada no diálogo dizem respeito principalmente à consideração do *processo* de aprendizagem que tanto leva em conta o sujeito (aluno) quanto o objeto (software), priorizando a relação entre ambos. Esta é uma visão fundamentada em nossa perspectiva teórica, que vai tomar o software enquanto objeto de mediação entre o aluno e o conhecimento.

Os estudos em design nos fornecem uma grande quantidade de princípios e guidelines usados como critérios de avaliação de software. No entanto, muitas destas avaliações não

verificam as contribuições de cada princípio e guideline para o uso de softwares educacionais pois apenas permitem olhar para o artefato.

Tais critérios nos fornecem uma base para tratarmos da interface, base esta já bastante firme dado o nível de desenvolvimento que as interfaces interativas adquiriram, os campos de usos possíveis e as conexões práticas que possibilitaram ao usuário. Porém, vimos que ao analisarmos esses critérios a partir do diálogo, e mais especificamente, das quebras na conversação durante o uso, e dos caminhos tomados pelas seqüências conversacionais, podemos estabelecer as diferenças qualitativas entre os mesmos para diferentes softwares educacionais e suas contribuições para a construção de significados nos determinados campos de conhecimentos visados.

Por isso encontramos nos estudos sobre colaboração a possibilidade para o tratamento desses critérios dentro do espaço simbólico gerado na situação de uso, para avaliarmos em que medida tal espaço poderá propiciar a convergência e a troca conceitual. Ou seja, as "forças" dos critérios baseados nos estudos sobre design de interface variam de software para software e a análise da conversação nos permite qualificar tais critérios em relação a suas contribuições educacionais.

Vimos que as crianças, enquanto usavam o programa, estavam motivadas por uma atividade altamente complexa que exigia competências específicas tanto ao uso da informática quanto ao domínio de conhecimento ao qual o ambiente estava relacionado (aritmética). Assim, em seus diálogos, os tópicos conversacionais fundamentalmente vinculavam-se ora aos conceitos propriamente pretendidos pelo ambiente, ora às características do design da interface, permitindo avaliar o software sob um duplo olhar que focaliza tanto a colaboração com vistas a construção

de conceitos, quanto as características da interface, e, mais ainda, cruza esses dois focos para capturar a relação entre eles.

O autor do software vai, portanto, estabelecer um diálogo com seu destinatário superior e implementar um determinado conceito na interface. Mas apenas no momento de uso o usuário entrará em contato com o discurso do autor e é nessa dinâmica dialógica entre os dois lados que as especificidades do software serão percebidas. A interface - elo de mediação entre os dois - irá ter um papel fundamental como vimos no estudo. E tanto pode contribuir com o desenvolvimento conceitual, como pode limitá-lo, assim como pode permitir um uso fluido e de fácil compreensão das ações necessárias, como pode truncá-lo. É a concepção do autor em contato com as particularidades do uso - as quais devem ser consideradas na concepção do programa - que farão de um software mais ou menos propício à aprendizagem. E é no processo de uso que esse diálogo entre autor e usuário acontece.

Sabemos que o objetivo de um software educacional está ligado ao conceito que seus conceptores (autores) almejam trabalhar. Então podemos concluir que, numa conversação mediada pelo mesmo, os momentos em que o tópico conceitual é substituído (por quebra), e a seqüência seguinte passa a tratar sobre o software e as características de sua interface, são momentos que pouco (ou não) contribuem com o desenvolvimento conceitual. Por outro lado, os momentos em que acontecem quebras de tópico, mas cujas subsequências geradas estão ligadas ao conceito desenvolvido no tópico corrente, são momentos importantes para a aprendizagem, pela própria conexão entre significados que possibilitam, abrindo um espaço simbólico que pode levar à convergência conceitual. Portanto, o crucial para o modelo proposto passa a ser, então, os momentos de ocorrências das quebras: suas causas e novas seqüências geradas.

Desse modo, adaptamos as contribuições da Análise da Conversação a respeito da organização tópica da conversação, e elaboramos algumas idéias quanto aos efeitos dos tipos de subseqüências tópicas (subseqüências encaixadas) para as atividades de colaboração e convergência de significados entre alunos, a partir da mediação de um software. Ademais, essas idéias nos fornecem, com respaldo empírico, a possibilidade de avaliação de softwares educacionais centrada no diálogo entre usuários, tendo como fundamentos pontos como os seguintes.

As *subseqüências encaixadas formulativas* podem ser momentos necessários do ponto de vista estrutural da tarefa, porque embora não estejam vinculadas ao conceito, dizem respeito a como tratar o tópico e como desenvolver a atividade. Portanto podem servir para organizar as futuras ações e podemos dizer que acontecem principalmente após mudança de ambiente dentro do software ou reconfiguração do nível do usuário e da atividade, indicando uma adaptação do usuário ao novo ambiente. No entanto, se essas quebras são decorrentes da interpretação dos usuários para as características do design da interface, elas não se mostram positivas, pois interferem na fluidez da conversação durante o uso, podendo interromper um processo de trocas conceituais.

Por outro lado, caso os momentos de quebra, como percebemos, gerem *subseqüências encaixadas subordinadas*, de forma que as mesmas se vinculem ao tópico anterior (relativo ao conceito propriamente dito) vemos que estes são os momentos mais ricos para o desenvolvimento conceitual, podendo levar a colaborações advindas das digressões, fundamentais para a construção de sentido. Essas subseqüências subordinadas e as causas que as motivam indicam-nos as características presentes no ambiente computacional que mais

interessam aos objetivos da aprendizagem, pois o campo para a convergência de significados é ampliado, podendo gerar intensos momentos de compartilhamento e troca conceitual.

Já os momentos de ocorrência de *subseqüências encaixadas associativas* devem ser cuidadosamente verificados, pois vinculam-se apenas acidentalmente ao tópico em andamento, tanto podendo favorecer como não favorecendo à construção de significados. Se as causas forem decorrentes de princípios de design de interface e guidelines, não as vemos como positivas, porque assim como contribuíram com o desenvolvimento conceitual entre uma dupla específica, poderiam não contribuir com uma outra e, ao contrário, interromper o processo. Porém, se dizem respeito a outras causas: intervenção da pesquisadora, insights dos participantes, etc. estas são positivas, ampliando o espaço simbólico para a introdução de novos significados e convergência conceitual.

Seqüências alternadas revelam uma dificuldade de engajamento na tarefa proposta pelo ambiente. Embora possamos admitir que o ambiente de laboratório (e não uma situação em contexto próprio de sala de aula) possa ter desempenhado uma influência para a pouca incidência deste tipo de subseqüência, preferimos fechar o modelo (respaldados pelas considerações advindas das observações sobre os outros tipos de quebra): caso tais seqüências alternadas sejam decorrentes de características do design da interface (princípios e guidelines), indicam-nos que o processo de uso está sendo bastante interrompido por motivos próprios ao software, pois a conversação entre os usuários não está acontecendo de forma fluida e, logo, a interação do usuário com os ambientes está demasiadamente truncada, não sendo a interface do mesmo suficientemente amigável para o desenvolvimento de uma conversação com vista a convergência de significados.

Também reforçamos o fato de que se as constantes quebras forem decorrentes de adaptações dos usuários às tarefas, dispersões, falta de concentração ou outras que digam respeito muito mais ao usuário do que ao software, essas causas devem ser ponderadas e analisadas em uma aplicação futura do modelo. Sim, pois não temos uma base ampla o suficiente, a partir deste estudo, para indicar quantas vezes o modelo deveria ser reaplicado para uma mesma dupla, ou para estabelecer um espaço de tempo entre as aplicações. Mas podemos afirmar que muitos detalhes poderão ser esclarecidos em uma segunda aplicação do modelo.

Todos esses aspectos reforçam as idéias já discutidas na fundamentação teórica (baseados nos estudos de ergonomia cognitiva e nos princípios e guidelines desenvolvidos) de que algumas regras são fundamentais para uma boa interação sujeito-máquina, mas que é principalmente durante a observação de usuários em atividade que essas características entram em evidência e podem ser identificadas em relação às contribuições das mesmas ao processo de aprendizagem com um software. Se na cena comunicativa o outro é o limite, temos o software como um outro constituinte da inter-relação que acontece mediante seu uso, estabelecendo portanto alguns limites à interação.

Essas considerações puderam ser verificadas na presente pesquisa, apontando para as conseqüências que cada subseqüência encaixada trouxe para a aprendizagem através de um software educacional. Mas não podemos esquecer que para fecharmos um "modelo", cada seqüência deveria ser analisada em relação a outros contextos e aos tipos de softwares educacionais existentes (jogos educativos, simulação, exercício e prática, micromundos, etc), podendo haver algumas relações estabelecidas durante um determinado uso que não são verificadas em um outro.

Assim, diferentes softwares devem ser investigados considerando essas idéias, a fim de que seja mesmo possível estabelecer ligações entre os tipos de software e as formas de colaboração possíveis. Abre portanto caminho para estudos capazes de permitir a elaboração dos tipos de interação conversacional e os espaços simbólicos construídos entre os usuários e cada um desses tipos. São inquietações que já nos deparamos ao longo deste estudo: existiriam alguns tipos de software mais propícios à construção conceitual?

Outras características foram desenvolvidas no capítulo anterior, mais especificamente na seção 3.2 (características gerais da interação com o software) e são também conclusões a que chegamos, mas mereceram uma classificação particular, específica ao software analisado, pois entendemos que não podemos fazer afirmações mais precisas e amplas o suficiente para quaisquer aplicações educativas. De qualquer forma, como mencionamos, outras pesquisas podem buscar subsídios empíricos adquiridos através da observação de outros softwares, bem como da aplicação dos mesmos em diferentes contextos, para estabelecer as características da interação mediada por softwares educacionais.

Ademais, um software direcionado à aplicação escolar, como foi o caso, traz em si algumas representações e estruturas que privilegiam um tipo de relação e, como vimos, podem estabelecer um tipo de conversação própria e com características particulares a esse contexto institucional. Além disso, como foi aplicado no ambiente escolar, algumas características podem ter aparecido ainda mais fortemente do que se o mesmo software fosse aplicado em uma outra situação, como em casa, por exemplo.

De uma forma geral, o que podemos afirmar a partir desta pesquisa é que o conceito e suas representações em uma determinada tecnologia – como o computador - orientam a fala e a colaboração da dupla de usuários em um determinado caminho. Assim, os princípios seguidos na

implementação dos conceitos na interface do software devem ter em foco sempre a idéia de que a aplicação volta-se à aprendizagem e portanto o desenvolvimento dos conceitos visados deve ser favorecido ao máximo.

Como exemplo desse favorecimento, podemos exemplificar o feedback para acertos e erros do ambiente *Estima – Aproximação* verificado no software *Calcule!*. Apenas para ilustrar, relembramos que nesse ambiente as respostas dos usuários à tarefa matemática não eram apontadas (como nos outros ambientes) como certas ou erradas, com símbolos específicos para isso em um quadro. À elas, um percentual relativo à margem de erro aparecia naquele quadro, exigindo dos alunos, para compreendê-lo, a necessidade de estabelecer cálculos *aproximados*, desenvolvendo portanto o conceito de estimação de quantidades objetivado no ambiente, vinculando-o ao conceito de *porcentagem* e ainda favorecendo a construção de sentido para o que estava sendo trabalhado.

Consideramos que os conceitos vinculam-se sempre a outros e não podem ser pensados isoladamente. A metáfora do *hipertexto* pode mesmo ser usada aqui em relação a tais ligações entre conceitos, uma vez que significações estão em jogo. Ou seja, no hipertexto uma cadeia de significações vai sendo montada, permitindo que o sentido seja remodelado ou reparado a cada novo turno, fruto da interação entre interlocutores. Os nós vão sendo ligados por várias conexões e podem, eles próprios, constituírem hipertextos, levando em conta a rede de conexões semióticas pela qual a mensagem será lançada e capturada.

Defendemos, portanto, que os softwares assumem um lugar próprio nessa cadeia de significações pois, no espaço interativo no qual está a atividade situada, a imagem e o som contidos em sua interface adquirem um lugar de *quase texto*. No entanto, percebemos que um software como o *Calcule!* não consegue "participar" completamente de alguns momentos de

trocas entre os sujeitos (ainda que as orientasse), abrindo lacunas que chamavam por uma terceira participação.

Ou seja, mesmo não havendo um professor no local, o modelo aplicado revelou momentos em que, durante o diálogo, as duplas sentiam a necessidade de um *Outro*, presente no mesmo contexto de fala em que se encontravam. Momentos em que havia a necessidade da presença do professor (se pensarmos na aplicação do software em sala de aula), ou o adulto da relação, que pudesse participar como o outro da conversação e cuja contribuição possibilitasse retornos para reparações, reconstruções e convergência conceitual que o software, por si, não estava conseguindo emitir.

As causas dos “erros” dos alunos muitas vezes eram “auto-acusadas” em suas próprias falas ao resolverem as tarefas. Portanto essas falas apontavam para o raciocínio desenvolvido pelos alunos e para o que necessitavam, durante a ação colaborativa, que colaborasse para que os mesmos contornassem suas dúvidas ou desenvolvessem novos significados compartilhados. Essas evidências eram denunciadas nos atos de fala propriamente ditos, indicando o quanto fazemos coisas com as palavras, apenas para mencionar Austin (1965) em seu clássico *How to do things with words*.

Em alguns instantes as duplas sentiam a necessidade de uma participação mais direta e eficiente, do ponto de vista educacional, que favorecesse a colaboração. Na presente pesquisa, alguns desses momentos foram evidenciados quando a pesquisadora assumiu o papel desse *outro* na relação, na tentativa de desenvolver ações colaborativas ao processo. Em suma, houve demandas comunicativas específicas dos interlocutores que não foram supridas pela interação (face-a-face)-objeto e abriu espaço para um *outro*, sensível ao contexto de fala dos participantes. Isso no entanto é uma característica que decorre da análise do *Calcule!*, especificamente, que

aparece como um software escolar justamente por abrir espaços como estes. Existem variações na forma como diferentes softwares suprem essas demandas, e percebemos que essas variações remetem às "regras da interface".

Reconhecemos que essas idéias permitem pensar em um modelo para avaliação de aplicações educativas, por fornecerem subsídios para focalizarmos a interação usuário-software, relacionando-os não apenas frente ao conceito, mas também ao modo como esse conceito foi implementado na interface. Através da fala dos alunos em conversação durante o uso, pôde-se estabelecer as características da interface que estavam levando ao desenvolvimento conceitual e como estava sendo estruturado esse desenvolvimento.

Novas pesquisas podem decorrer dessas idéias sugeridas acima, onde diferentes softwares podem ser submetidos ao modelo de avaliação proposto, bem como essa aplicação pode ser realizada em outros contextos como: a própria sala de aula; em casa com/sem a presença de um adulto; entre outras variações que trarão vastas contribuições à discussão iniciada nessas linhas sobre educação e tecnologia.

Por fim, acreditamos que temos, nos resultados advindos desta pesquisa, uma possibilidade para avaliação de software educativo centrada no diálogo. Porém mais que isso, vemos que tal "modelo" pode ser levado e aperfeiçoado através de novas pesquisas, de modo a possibilitar verificar uma estrutura mais ampla da relação usuário-software, para melhor estabelecer as características semióticas que atuam nessa interação e para um aprofundamento sobre os processos cognitivos aí envolvidos.

Vemos também que este estudo pode contribuir nas discussões em psicologia cognitiva a respeito da convergência de conceitos, as quais centralizam seus estudos na ação conversacional que é deliberadamente produzida para mudar a relação do falante e do ouvinte, a

fim de habilitar ambos a serem parceiros na construção de conceitos compartilhados. A contribuição que trazemos é que o software também ganha lugar nessa relação e pode ser identificado qual é esse lugar durante o diálogo dos usuários em atividade.

Portanto, o presente trabalho oferece subsídios da psicologia ao campo da informática e da educação, pela possibilidade de elaboração de futuras teorias psicológicas sobre aprendizagem humana em contextos sociais nos quais são utilizados mediadores simbólicos desse tipo. Uma psicologia portanto que tenta ser teórica e metodologicamente sensível à linguagem e à cultura.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. J. (1988) *Educação e informática - os computadores na escola* São Paulo: Cortez
- AUSTIN, J. L. (1965) *How to do things with words* New York, Oxford University Press
- ATKINSON, J. e HERITAGE, J. (Eds) (1984) *Structures of social action: Studies in conversation analysis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press
- BAKHTIN, M. (1997) *Estética da criação verbal* . São Paulo: Martins Fontes
- BRASIL (1998) Secretaria da Educação Fundamental - *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais* Brasília: MEC/SEF
- BAKER, P. (1996) *Interface design to support active learning* USA: ED-Media 96 pp. 19-24
- BROUSSEAU, G. (1996) Os diferentes papéis do professor In: PARRA, C. *Didática da matemática - reflexões psicopedagógicas* Porto Alegre: Artes Médicas
- BROWN, J. S. and DUGUID, P. (1996) Keeping it simple. In: Terry Winograd (Ed) *Bringing design to software* ACM Press
- CAFTORI, N. and PAPRZYCKI, M. (1997) *Technology and education annual* (Cd-Rom edition), Association for the advanced of computing in education, Charlottesville, V. A.
- CARRAHER, T.; CARRAHER, D. e SCHILIEMAN, A. L. (1993) *Na vida dez, na escola zero* São Paulo: Cortez
- COOK-GUMPERZ, J. (1991) *A construção social da Alfabetização* Porto Alegre: Artes Médicas
- CORWIN, R. B. e STOREYGARD, J. (1995) Talking mathematics In: *Hands On!* Vol. 18 (<http://www.terc.edu/handsonIssues/talkmath.html>)
- CROOK, C. (1996) *Computers and the collaborative experience of learning*. London, Routledge
- DAHLET, V. (1997) A entonação no dialogismo bakhtiniano In: *Bakhtin, dialogismo e construção de sentido* Beth Braith (org.) Campinas, SP: Editora da UNICAMP

- DE LA TAILLE, Y.; MATTOS, I. e MARQUES, C. (1986) *Computador e Ensino - Uma aplicação à língua portuguesa* São Paulo: Editora Ática
- DE LA TAILLE, Y., OLIVEIRA, M. K. e DANTAS, H. (1992) *Piaget, Wallon e Vygotsky: teorias psicogenéticas em discussão* São paulo: Summus
- FOUCAULT, M. (1992) *As palavras e as coisas* São Paulo: Martins Fontes
- GINSBURG, H.; CHOY, Y. E.; L.S. LOPEZ; NETLEY, R. and CHAO-YUAN, C. (1997) Happy Birthday to you: Early mathematical thinking of Asian, South American, and US children In: NUNES, T. and BRYANT, P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective* Psychology Press Ltd., Publishers
- GRAVEMEIJER, K. (1997) Mediating between concrete and abstract In: NUNES, T. and BRYANT, P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective* Psychology Press Ltd., Publishers
- GOMES, A. S. (2000) Modelo para a análise da aprendizagem consecutiva ao uso de artefatos computacionais In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE' 2000*, Maceió (AL), 8 a 10 de novembro de 2000
- GOMES, A. S. (2001) ADeCUI: Sistema de análise da qualidade da interface de softwares educativos baseado em modelo construtivista de cognição In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE' 2001*, Vitória (ES), 21 a 23 de novembro de 2001
- JOHNSON, S. (2001) *Cultura da interface - Como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar* Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.
- HATANO, G. (1997) Learning arithmetic with an abacus In: NUNES, T. and BRYANT, P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective* Psychology Press Ltd., Publishers

- HINDMARSH, J. e HEATH, C. (2000) Sharing the tools of trade In: *Journal of contemporary ethnography*, Thousands Oaks Vol. 29, pp 523-562
- IBM Corporation (2001) *Object oriented interface design: IBM commom user acess: Basic interface design guide*. New York, QUE
- KAPUT, J. J. (1997) Creating Cybernetic and Psychological ramps from the concret to the abstract: examples from multiplicative structures In: PERKINS, D. N. et al. *Software goes to school: teaching for understanding with new technologies*, New York: oxford University Press
- KOCH, I. G. V. (2000) *A interação pela linguagem* São Paulo: Ed. Contexto
- LATOUR, B. e WOOLGAR, S. (1997) *A vida de laboratório - a produção dos fatos científicos* Rio de Janeiro: Relume Dumará
- LEVY, P. (1997) *As tecnologias da Inteligência - O futuro do pensamento na era da informática* Rio de Janeiro: Ed. 34
- MARCUSCHI, L. A. (1991) *Análise da Conversação* São Paulo: Ed. Ática
- MARKOVÁ, I. e FOPPA, K. (Ed.) (1991) *The Dynamics of dialogue* New York: Sprienger Verlag
- MANDEL, T. (1997) *The elements of user interface design* John Wiley & sons
- MEIRA, L. (1994) Análise microgenética e videografia: Ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva In: *Temas em Psicologia*, 3 (pp 59 - 71)
- MEIRA, L. (1996) Atividade Algébrica e produção de significados em matemática: um estudo de caso Em: DIAS, Ma da G. e SPINILLO, A. G. *Tópicos Especiais em Psicologia Cognitiva*, Recife, Ed. Universitária da UFPE

- MEIRA, L. e FALCÃO J. (1997) O computador como ferramenta instrucional. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 78 (pp 263 – 271)
- MURRAY, M., MOKROS, J. and RUBIN, A. (1998) Where's the math in the computer games?
In: *Hands Oh!*, 21 (<http://www.terc.edu/handson/f98/murray.html>)
- NOSS, R. (1997) Meaning Mathematically with computers In: BRYANT, P. and NUNES, T.
Learning and teaching mathematics an international perspective, Psychology Press Ltda
- NORMAN, D. A. (1988) *The Psychology of every day things* New York: Basic books
- NUNES, T. (1997) Systems of signs and mathematical reasoning In: NUNES, T. and BRYANT,
P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective* Psychology Press
Ltd., Publishers
- OLIVEIRA, M. K. (1997) *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico* São Paulo: Scipione
- PERRET-CLEMONT (1997) Social interaction and mathematics learning In: NUNES, T. and
BRYANT, P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective*
Psychology Press Ltd., Publishers
- RESNICK, L. B. (1995) Inventing arithmetic: Making children's intuition work in school In:
NELSON, C. A. *Basic and applied perspectives on learning, cognition and development -*
the Minesota Symposia on child psychology - Vol 38, LEA
- ROMMETVEIT, R. (1991) In: MARKOVÁ, I. On axiomatic features of dialogical approach to
language and mind In: Marková, I. e Foppa, K. (1991) *The Dynamics of dialogue* New
York: Spring Verlog

- ROSCHELLE, J. (1995) Learning By Collaborating: Convergent Conceptual Change IN: Koschmann, t. (ed) *cslc: Theory and practice of emerging paradigm*. Lawrence Elbaum associates, Inc
- SEARLE, J. (1995) *Expressão e significado: estudos dos atos de fala* São Paulo: Martins Fontes
- SCHIFFRIN, D. (1997) Theory and method in discourse analysis: what context for what unit? *Language and Communication*, 17(2). pp 75 - 92
- SCHUARTZ, J. L. (1997) *The right size byte: reflections of an educational software designer* In: PERKINS, D. N. et al. *Software goes to school: teaching for understanding with new technologies*, New York: oxford University Press
- SCRIBNER (1986) Thinking in action: Some characteristics of practical thought In: STERNBERG and WAGNER, R. K. (Ed) *Practical intelligence* London: Cambridge University Press
- SINGER, J. A., KOHN, A. S. e RESNICK L. B. (1997) Knowing about proportions in different contexts In: NUNES, T. and BRYANT, P. *Learning and Teaching Mathematics - An international perspective* Psychology Press Ltd., Publishers
- SHNEIDERMAN, B. (1997) *Designing the user interface: strategies for effective human-computer-interation*. Addison Wesley Pub Co
- SNIR, J., SMITH, C. and GROSSLIGHT, L. (1997) Conceptually enhanced simulations: a computer tool for science teaching In: PERKINS, D. N. et al. *Software goes to school: teaching for understanding with new technologies*, New York: oxford University Press
- STECH, E. L. (1982) The Analysis of Conversational Topic Sequence Structure. *Semiotica*, XVII: 75 - 95

- SUCHMAN, L., BOLMBERG, J., ORR, J., TRIGG, R.(1999) Reconstructing technologies as social practice In: *The American Behavioral scientist*; Thousand Oaks; Nov/Dec, 43, pp. 392 - 408
- VALENTE, J.A. (1998) Análise dos diferentes tipos de software usados na educação In: *Salto para o futuro: TV e informática na Educação* Sec. De Educ. à Distância. Brasília: Ministério da Educação e do desporto, SEED
- VALSINER, Y. (2000) *Culture and Human Development* London: SAGE Publications Ltd
- VAN DER VEER, R. e VALSINER, J. (1991) *Vygotsky uma síntese* São Paulo: Ed. Loyola
- VOIGT, J. (1994) *Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics* In: COBB, P. *Learning mathematics - Contrutivist and interacionist theories of mathematical development* London, Kluwer Academic Publishers
- VYGOTSKY, L. S. (1991) *A formação social da mente* São Paulo: Martins Fontes
- VYGOTSKY, L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. (1992) *Linguagem, desenvolvimento e Aprendizagem* São Paulo: Ícone Editora LTDA
- WERTSCH, J. V. (Ed.) (1985) *Culture, Communication and cognition*. New York: Cambridge, MA: Harvard University Press
- WITTGENSTEIN, (1996) Wittgenstein - Vida e Obra In: *Coleção os Pensadores* São Paulo: Editora Nova Cultural