



Núcleo de Informática Aplicada à Educação
Universidade Estadual de Campinas

Resumo

Estudos realizados por Miskulin (1994), Mantoan (1995) e Martins (1994) sobre situações de resolução de problemas, demonstraram a pertinência e eficácia da análise dos microdesenvolvimentos cognitivos para a elucidação da construção de conceitos de geometria plana e espacial no computador e de processos de composição musical.

Excertos desses trabalhos, que descrevem procedimentos de sujeitos, diante de tarefas práticas aplicando meios conhecidos para atingir resultados específicos, foram selecionados com vistas a sugerir benefícios que os processos de ensino e de aprendizagem podem auferir, quando o professor consegue integrar a dimensão estrutural, macrogenética do comportamento do aprendiz (níveis de compreensão) o aspecto funcional, microgenético das organizações cognitivas (saber fazer).

NIED - Memo Nº 31
1996

Análise Microgenética dos Processos Cognitivos em contextos múltiplos de resolução de problemas

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin
Maria Cecília Martins
Maria Teresa Eglér Mantoan

Cidade Universitária "Prof. Zeferino Vaz"
Prédio V da Reitoria - 2º Piso
13083-970 - Campinas - SP
Telefones: (019) 3788-7350 ou 3788-7136
Fac-símile: (19) 3788.7350 e 3788.7136 (ramal 30)

Análise Microgenética dos Processos Cognitivos em Contextos Múltiplos de Resolução de Problemas

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin¹

Maria Cecília Martins¹

Maria Teresa Eglér Mantoan^{1 2}

ABSTRACT

Studies carried out by Miskulin(1994), Martins(1994) e Mantoan(1995) about solving problems situations in practical contexts have been analysed according to the micro-genetic approach of the cognitive behaviors, (Inhelder et alii, 1992). In such studies, embodied concepts related to spatial and plane geometry and activity of musical-composition, it was evidenced the dynamism of the cognitive procedures and the interrelation of the functional (Know-how) and structural (to understand) dimensions of the constitution of knowledge. These investigations point at directions which seem to favor the improvement of learning-teaching processes.

Key-words: cognitive micro-genetic; learning-teaching and creative processes; programming activity in LOGO.

INTRODUÇÃO

Em 1992 foi desenvolvido no NIED/UNICAMP, um estudo preliminar que investigou a pertinência do contexto de programação em LOGO³ para a análise de funcionamento mental (Mantoan, Barella e Prado, 1993) na visão microgenética genebrina.

¹ Núcleo de informática Aplicada à Educação - NIED - UNICAMP

² Departamento de Metodologia de Ensino - FE/UNICAMP

³ Logo Geométrico é um subconjunto de linguagem de programação Logo, cuja idéia principal é de um objeto (tartaruga) que pode mover-se em um plano, representado, por exemplo, pela tela do monitor. Os movimentos possíveis para esse

Posteriormente, nessa mesma abordagem outros três trabalhos, interessados igualmente em compreender a inteligência em ação foram realizados visando à pesquisa dos processos cognitivos envolvidos na atividade de programação e a produção de dissertações de Mestrado em educação. Um dos estudos analisou o dinamismo microgenético das condutas cognitivas inerentes aos processos mentais de resolução de problemas de Geometria Plana e Espacial (Miskulin, 1994). O segundo estudo considerou a pertinência da linguagem computacional Logo aos sistemas abertos de ensino e aos estudos microgenéticos da adaptação cognitiva (Mantoan, 1995). O terceiro estudo descreveu a dinâmica da ação cognitiva na atividade composicional em música (Martins, 1994). Todos esses estudos esclareceram o modo de agir dos sujeitos diante de tarefas práticas, em contextos diversos, tais como: Música e Matemática, em ambientes informatizados ou não.

As análises das condutas cognitivas do sujeito ao resolver problemas detêm-se, no geral, a observar, descrever e explicar estruturalmente o que ocorre em tais situações. Preocupam-se com os níveis de desenvolvimento das estruturas mentais do sujeito e com os processos de equilíbrio geral da inteligência, ou seja, regulações, abstrações, compensações, entre outras.

O aspecto funcional dessas condutas, embora sendo complementar e indissociável do estrutural, foi o que se buscou ressaltar nos três estudos citados, ou seja, enfatizou-se o que é próprio dos processos de equilíbrio local da inteligência e que diz respeito ao "para que" e ao "como" o sujeito resolve tarefas.

A atividade de programar Logo, assim como todas as que envolvem processos criativos de resolução de problemas, fazem transparecer a singularidade das condutas dos sujeitos e provocam adaptações cognitivas individualizadas. Por essas características, tais atividades constituem lugares privilegiados para se observar e descrever as reações do sujeito, formulando e solucionando problemas imprevisíveis e que por esse motivo, demandam atualizações de raciocínios, estratégias, estruturas anteriormente construídas e a criação de novos meios para alcançar seus fins.

objeto são o de deslocamento - para frente e para trás - e o de giro - para a direita e para a esquerda - sobre uma superfície plana. Dessa maneira os movimentos desse objeto, sob comando de um usuário, podem definir figuras geométricas.

O sujeito que se dedica a resolver um problema, transforma uma ação em conhecimentos, quando compreende o procedimento aplicado. Por outro lado, a resolução de um problema propicia a transformação do conhecimento em ação, dado que, ao buscar uma solução ou uma nova interpretação do real, o sujeito aplica uma estrutura atemporal à uma situação particular. A atividade de programar em Logo, assim como todas as que visam à finalizar tarefas, vão desvelando, pouco a pouco ao sujeito os caminhos possíveis que ele pode adotar em uma situação prática de resolução de problemas, ao mesmo tempo em que proporciona aos que o observam elementos para melhor compreender o processo cognitivo e/ou incitá-lo

A fusão das dimensões funcional e estrutural das atividades intelectuais do sujeito propicia uma leitura mais completa tanto do produto como do processo de execução de uma tarefa, demonstrando como o sujeito a interpreta implicitamente (saber fazer) e explicitamente (compreender).

Este artigo se compõe de três tópicos, o primeiro refere-se aos pressupostos teóricos que o fundamentam. O segundo, apresenta as sínteses dos três estudos realizados numa abordagem microgenética da análise dos processos mentais. Finalmente, os autores concluem sobre a relevância desse tipo de análise para maior esclarecimento dos processos de ensino e aprendizagem.

I - REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo psicológico de resolução de problemas, ou de tarefas que não implicam em uma resposta fechada, dedicam-se essencialmente às formas de transformação pragmática do conhecimento em ação e parecem ser por tais motivos, um campo fértil em fenômenos que promovem intercâmbios entre a psicologia do funcionamento cognitivo e os avanços da Cibernética e da Inteligência Artificial.

1 - Construtivismo Psicológico e Construtivismo Epistemológico

Alguns trabalhos resultantes da revolução cognitiva americana, a partir dos anos cinquenta, estão próximos dos atuais em psicologia genética piagetiana, pois estudam como se opera as planificações da ação, um terreno em que a Cibernética e a Psicologia podem explorar mutuamente. Uma fecunda

cooperação entre estas disciplinas iniciou-se entre as ligações dos últimos trabalhos de Piaget e os estudos desenvolvidos por Minsky, Papert, Cellérier, Inhelder⁴ e outros e se constituem atualmente uma vertente de investigações denominada CONSTRUTIVISMO PSICOLÓGICO.

A Escola de Genebra, hoje, pretende complementar com suas novas investigações os processos de construção das estruturas gerais do conhecimento, as macrogêneses cognitivas, com a análise microgenética das condutas adaptativas. Retorna, portanto, aos aspectos funcionais das atividades cognitivas do sujeito psicológico, ao se defrontar com problemas e contextos particulares.

Os macrodesenvolvimentos cognitivos definem uma psicologia estrutural da inteligência, cujo interesse está em identificar o que o subjaz à construção do conhecimento no sujeito epistemológico, virtual, e apontam para os processos de equilíbrio geral da inteligência, definindo o CONSTRUTIVISMO EPISTEMOLÓGICO.

Os microdesenvolvimentos cognitivos se referem à psicologia funcional da inteligência. Sua especificidade está em destacar a dinâmica adaptativa do processo individual de constituição do conhecimento empírico, pragmático. Enfatiza os aspectos teleonômicos (objetivos, intenções), causais e axiológicos (valores), que intervém nos momentos nos quais um dado sujeito atribui fins às suas tarefas, efetua a escolha de meios para abordá-la, controla e avalia a pertinência desses meios para alcançar os fins e especifica as representações e as utiliza, conforme suas possibilidades e adequação à resolução da tarefa.

O CONSTRUTIVISMO EPISTEMOLÓGICO ao tratar dos aspectos estruturais da construção do conhecimento, descreve o sujeito epistêmico, racional, que personifica o modelo teórico da gênese à resolução da tarefa.

⁴ Tais estudos constam do livro: INHELDER, B. e CELLÉRIER, G. et al. (1992) *Les cheminements des découvertes de l'enfant. Recherche sur les microgèneses cognitives*. Paris, Delachaux et Niestlé S.A. Neuchâtel (Switzerland).

O CONSTRUTIVISMO PSICOLÓGICO refere-se aos meios à disposição do sujeito psicológico e aos conhecimentos específicos que este aplica à resolução de problemas. Trata-se de uma abordagem que visa esclarecer o que é próprio da inteligência em ação, diante de uma perturbação, um obstáculo particular, um conteúdo qualquer. Coloca, pois, em destaques as condutas cognitivas individualizadas, o equilíbrio local e, sendo assim, recupera toda a subjetividade do sujeito, ao descobrir meios para atingir fins.

Ora, a diferença dos enfoques citados é fundamental para estabelecer a complementaridade dos domínios e métodos em psicologia genética, hoje. Dedicada até então a demonstrar o desenvolvimento das estruturas do conhecimento, o Construtivismo Psicológico, inclui em seus domínios o que restava ser explorado e que diz respeito aos avanços individuais do sujeito, quando confrontado com problemas particulares. Atém-se ao conhecimento empírico, pragmático e trata da análise funcional das características idiossincráticas das condutas. Nesse sentido, a psicologia genética volta-se para a variedade dos esquemas cognitivos mais heurísticos, que acompanham e constituem a dinâmica do comportamento cognitivo individual em seus objetivos, escolha de meios, controles próprios do sujeito. Visa penetrar no funcionamento psicológico do sujeito e chegar às estratégias que ele utiliza, isto é, aos encadeamentos finalizados e organizados de suas ações.

As abordagens psicológicas referentes ao que é categorial e funcional são, portanto, conciliáveis e os sujeitos psicológico e epistêmico se reencontram, assim como os funcionamentos epistêmicos e individualizados, no seio de uma concepção geral da cognição humana. Não se pode, portanto, perder de vista neste cenário o sujeito cognoscente global - construtor ativo do conhecimento do mundo que o cerca e de si próprio.

2 - Procedimentos e Estruturas

As estruturas do conhecimento para Piaget são ao mesmo tempo abertura para novos possíveis e fechamento das construções cognitivas, em termos de necessidades lógicas.

Os procedimentos por outro lado, podem ser definidos como um desenrolar de ações encadeadas e orientadas por objetivos; constituem seqüências finalizadas de ações.

Os procedimentos não parecem atingir a reversibilidade. De fato, os retornos ao ponto de partida observados nos procedimentos de resolução de problemas não podem ser interpretados em termos da reversibilidade lógica, porque esses retornos não visam conhecer as transformações efetuadas no sentido inverso de suas produções. Devem ser entendidos como um coordenador geral da ação, ou seja, uma forma de controle heurístico das ações, que possibilita a depuração, a correção de caminhos procedurais e indica o objetivo a alcançar, ou a realçar.

Entre estrutura e procedimentos há diferenças que se impõem. Os procedimentos são condutas temporalizadas, visando à objetivos particulares e variáveis e as estruturas são subjacentes ao pensamento e fruto de uma finalidade que é a construção geral do conhecimento.

Outra diferença entre estrutura e procedimento é que este diz respeito a conduta que visam a um fim externo, em que o objetivo é o resultado a que se almeja chegar. A estrutura, no entanto, diz respeito aos fins internos de uma ação, em que o objetivo é a compreensão em si mesma.

Há também que se considerar as diferenças nas formas de organização das estruturas e dos procedimentos. No caso das estruturas, observa-se uma integração hierárquica e nos procedimentos, verifica-se uma diversidade de encadeamentos, que não exclui, no entanto, subordinações.

Essas formas diferentes de organização ocorrem, porque as estruturas asseguram a coerência interna do pensamento e os procedimentos, na sua diversidade de encadeamentos, permitem a criatividade, resultante da descoberta de novas heurísticas.

São as inovações procedurais que contribuem para a formação das estruturas operatórias, pois os procedimentos se caracterizam por serem candidatos à estruturalidade e, como afirma Cellérier (1992), "o procedural é o purgatório dos esquemas", ou seja, a depuração do procedimento conduz à estruturação de um conhecimento.

Tanto a estrutura quanto o procedimento não são diretamente observáveis; a estrutura se manifesta naquilo que o sujeito sabe fazer e o procedimento refere-se a esse saber e podemos inferí-lo em índices fornecidos pela conduta do sujeito, quando busca atingir um objetivo

3 - "Saber fazer" e compreender

A teoria piagetiana explica o desenvolvimento intelectual pela passagem da ação à conceituação, isto é, do "saber fazer" ao compreender. No caso de resolução de problemas os aspectos procedurais empregados são interdependentes das significações que o indivíduo atribui aos objetivos com as quais lida, e de suas "teorias implícitas" sobre os mesmos. Em outras palavras, essa passagem constitui um processo cíclico, em que há alternância entre estratégias (procedimentos) e interpretações do real (estruturas), verificada em todos os níveis de desenvolvimentos. É evidente que a eficácia dos comportamentos de resolução de problemas aumenta naturalmente de um nível ao outro, graças à riqueza das estruturas organizadas.

Os pesquisadores genebrinos atuais relativizam a oposição entre saber fazer e compreender ou melhor, entre êxito pragmático e compreensão. Karmiloff-Smith (1985) demonstrou que é preciso conferir mais peso aos êxitos, admitindo que o fracasso desempenha um papel na invenção das "teorias implícitas", mas, sobretudo, que a estabilização dos êxitos é condição para o progresso posterior da compreensão.

Desse modo, o funcionamento psicológico indica a existência de diversos degraus de compreensão e o "interplay" entre fazer e compreender estão sempre em ação no decurso da resolução de um problema.

A questão macrogenética está em chegar à compreensão do "porque se faz", ou seja, a compreensão conceitual. A questão microgenética, está pois, em tentar chegar a compreensão de "como se faz", ou seja, a compreensão do procedimento.

4 - Teleonomia e Casualidade

Newell e Simon (1972) relacionaram a análise teleonômica à análise causal. Piaget, Papert (1967), Cellérier (1976), Blanchet (1992) e outros psicólogos de Genebra pesquisaram as relações entre interpretações teleonômicas e casuais que parecem ter um papel importante na resolução de problemas.

A teleonomia é uma planificação de seqüências que se organizam temporalmente em função de um objetivo. Ela obedece a uma "finalidade sem finalismo", ou seja, não é o objetivo como tal que determina a conduta cognitiva, mas a representação do objetivo pelo sujeito. A teleonomia diz respeito, portanto, às "demarches" precursivas, mas não à transformação da realidade e envolve todas as relações meios - fins. Esse fato faz com que as teleonomias constituam o poder organizador da ação, nos seus aspectos afetivos e cognitivo, conferindo-lhe uma intencionalidade psicológica.

A teleonomia difere do aspecto causal, que diz respeito às transformações que introduzimos no real para obter um resultado e compreender o mecanismo das transformações. Mas assim como a representação do objetivo antecede a escolha de meios, a causa precede e determina o efeito produzido.

O aspecto teleonômico das condutas cognitivas implica que o sujeito proceda a avaliações sobre suas ações e, o causal, sobre os objetos, para alcançar o objetivo.

Piaget se interessou pela coordenação de valores intersubjetivos, contudo, as pesquisas atuais em psicologia genética se dedicam a estudar a atribuição de valores (axiologia) do sujeito a uma dada situação-problema. No domínio prático, se existe aplicação de conhecimentos, a aplicação de significações é acompanhada de uma atribuição de valores. Portanto, o controle prático de uma situação se refere às avaliações que o sujeito faz para se assegurar da pertinência de suas ações face à situação-problema.

Existem, pois, os controles que asseguram a coerência das ações (noções de conservação, inclusão de classes e os controles com confrontações e acomodação à realidade externa. Os primeiros, referem-se à direção imprimida às planificações e são guiados por antecipações ou hipóteses e se denominam controles descendentes (top - down) e os segundos - controles ascendentes (botton - up) são guiados por observações feitas sobre os objetos.

Constata-se uma alternância entre esses controles que estão ligados ora aos objetos e ora aos meios. O sujeito oscila entre a adequação e a verificação da precisão de suas ações e as escolhas cognitivas.

5 - Noção de esquema

Existem muitas interpretações e aplicações da noção de esquema. Para Piaget, esquema serve para designar o que é generalizável em uma ação, como por exemplo, o pegar, o ouvir, o chupar e outros comportamentos. Trata-se de um instrumento de assimilação que tem por função tornar compreensíveis os dados da experiência. Os esquemas são organizadores da conduta e se caracterizam por sua natureza dinâmica e relacional.

Em 1976, com o objetivo de estabelecer diferença entre procedimentos e esquemas, Piaget propôs a Inhelder uma distinção entre esquemas procedurais e outros tipos de esquemas: os presentativos e os esquemas representativos.

Os esquemas procedurais são seqüências de ações que servem de meios para se alcançar um fim, são portanto difíceis de serem abstraídos de seus contextos. Sua conservação é limitada, uma vez que um meio para atingir um fim não tem mais utilização, quando o sujeito recorre ao meio seguinte.

Os esquemas presentativos dizem respeito aos caracteres permanentes e semelhantes de objetos comparáveis; podem ser facilmente generalizáveis e abstraídos de seus contextos e se conservam mesmo que integrados em outros conceitos mais amplos, como cor, forma, espessura.

Os esquemas representativos são opero-semióticos; eles aplicam operação à símbolos ou significantes mais do que à objetos e têm uma função inferencial, comportando aplicações práticas (antecipar, planificar, reconstruir), e teóricas (deduzir, explicar, remodelar).

É o exercício dos esquemas, ou seja, o fato de serem freqüentemente postos em ação que fazem deles um instrumento facilmente disponível ao conhecimento, quando o sujeito utiliza conhecimentos anteriores para resolver uma situação nova.

Dado o fato dos sistemas cognitivos tenderem a assimilar tudo que é desconhecido, os "esquemas familiares" descritos por Cellérier (1983) são aqueles pelos os quais o sujeito opera transformações nos objetos do ponto de vista mental ou material e percebe os estados, de imediato, reconhecendo-os sem reconstituições, intermediários, inferências ou planificações. Eles permitem não apenas a organização do conhecimento mais geral, mas são igualmente úteis no sentido de engendrar procedimentos. Os esquemas familiares são unidades epistêmicas que atribuem significação a uma situação e ao mesmo tempo servem de ferramentas heurísticas responsável pela direção e controle do procedimento. Em uma palavra, assim como o exercício dos reflexos engendra os esquemas de ação, a aplicação dos esquemas familiares a um objeto ou situação engendra o procedimento.

Frente a uma situação nova, um "esquema familiar" é um "possível" indeterminado e rico de virtualidades de atualização. Sua elaboração está ligada a uma apropriação individual dos esquemas gerais pelo sujeito psicológico. É por isso que eles são familiares, ou melhor eles só são familiares ao sujeitos que os reconhecem como "seus" esquemas. O lugar e o tempo privilegiados da formação desses esquemas são as microgêneses cognitivas.

Quando os objetos resistem aos esquemas do sujeito, ou seja, quando as propriedades dos objetos se confrontam com "esquema familiar", eles provocam uma explosão física e mesmo a busca de um princípio físico pelo sujeito. Parece, pois, que os "esquemas familiares" estão funcionalmente ligados aos objetos ou configuração de objetos que eles organizam. Essa ligação funcional indissociável do esquema ao objeto é uma característica dos momentos iniciais da resolução de problemas. No decurso dessas ações parece que a aplicação dos esquemas não tem a ver com o objetivo de atualizar

conhecimentos, mas de "fazer o objeto falar". São ações nitidamente exploratórias observadas em todas as pesquisas. Nesses momentos o sujeito parece, igualmente estar em conflito com seus sistemas de interpretação e tentando encontrar aquele que melhor se adapta à situação.

6 - O Papel da Representação

Seriam os esquemas suficientes para interpretar as situações envolvendo a resolução de problemas? Os sistemas de esquemas se apoiam sobre as representações desde o aparecimento da função semiótica nos indivíduos. Essa função diz respeito à capacidade do indivíduo utilizar um significante diferenciado para expressar um significado qualquer. Para planejar suas condutas o sujeito usa representações antecipadas. Assim as representações podem atuar tanto sobre os caminhos a seguir, como sobre os resultados aos quais eles conduzem.

A representação possui um função instrumental e um caráter de semioticidade. Ambas são complementares e indissociáveis. A semioticidade é abordada por diferentes modos de representação: gestos, imagem, linguagem, entre outros. A instrumentalidade de representação garante ao sujeito a possibilidade de refletir sobre os objetivos e meios com os quais atua.

Na resolução de problemas identifica-se uma mobilidade crescente de representações. Tal qualidade parece estar assegurada por um funcionamento intermodal, isto é por uma tradução de representações de uma modalidade para outra. É o que se observa quando o sujeito inventa procedimentos utilizando o gesto, a descrição verbal, ou o desenho. A intermodalidade proporciona ao sujeito fazer as modificações necessárias para organizar suas idéias iniciais, vencer disparates, contradições frente às representações escolhidas e transforma as representações em "objetos que ajudam a pensar", sobre os quais é possível operar. Observam-se progressos e também regressões temporárias quando um sistema de representações está sendo constituído pelo sujeito. Um dado conhecimento quando expresso por diferentes sistemas de representação torna-se cada vez mais compreensível ao sujeito. Quanto mais o sujeito conseguir concebê-los de diferentes perspectivas maior será a capacidade de sintetizá-lo.

II - OS ESTUDOS REALIZADOS

II.1 CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS ATRAVÉS DO LOGO TRIDIMENSIONAL EM SITUAÇÕES PRÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O estudo de Miskulin (1994), aborda considerações sobre o processo ensino/aprendizagem de Matemática, em ambientes informatizados, e traça uma relação dialética entre a **descrição dos processos de resolução de problemas** através do **Logo Tridimensional**⁵, e os **componentes funcionais dos processos cognitivos** de um sujeito diante de situações-problema propostas.

Será relatado um Estudo de Caso⁶, no qual processou-se a análise Microgenética enfatizando a dinâmica cognitiva de um sujeito durante o processo de construção de conceitos geométricos, em situações práticas de resolução de problemas, em outras palavras, tal análise relaciona-se aos aspectos funcionais da adaptação do sujeito ao real, aspectos esses evidenciados na transformação das **idéias** geométricas em **formas** geométricas, essência do Logo Tridimensional.

Tal estudo descreve os procedimentos do sujeito pesquisado, cuja elaboração se efetua em contextos práticos e comuns, - representação da integração de dois ou mais sólidos na tela do computador, através do Logo Tridimensional, - em uma escala temporal, destacando a interação entre o sujeito e o objeto e analisando em detalhes as condutas cognitivas, ou seja, os encadeamentos, os cortes de ações, atribuição de significação às tarefas, as escolhas dos instrumentos de conhecimentos postos em ação e o controle e a pertinência das ações aos fins a que se propõe o sujeito.

A análise microgenética trata-se de uma análise inferencial que se relaciona à pertinência dos conhecimentos em um dado contexto, em que serão levados em conta os sistemas axiológicos do sujeito, ou seja, os valores, a importância que ele atribui às suas estratégias, a criação das heurísticas no

⁵ Logo Tridimensional é uma extensão do Logo Geométrico o qual foi apresentado por Seymour Papert em sua obra "Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas", em 1980; extensão essa proposta e definida em 1985 por Horácio Reggini, onde os movimentos da tartaruga não estão limitados no plano, sendo possível "escapar" dele por inclinação, por exemplo. Nesse contexto, o micromundo da tartaruga passa a ter uma dimensão a mais, através da incorporação de novas primitivas que permitem a descrição de objetos no espaço.

⁶ O Estudo de Caso relatado neste estudo, foi retirado da Dissertação de Mestrado: Concepções Teórico- Metodológicas Baseadas em Logo e em Resolução de Problemas para o Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria (Miskulin, 1994).

processo de descoberta, busca e investigação para resolver problemas geométricos em ambientes informatizados.

Uma vez que o sujeito de nossa pesquisa, já dominava os conhecimentos do Logo Bidimensional e já havia trabalhado com o Logo Tridimensional a ponto de possibilitar-lhe construções diversas na tela do computador, o pesquisador, nesse estudo específico, solicitou ao sujeito que esse realizasse uma tarefa, na qual deveria coordenar a integração de mais de um sólido, no micromundo tridimensional, e representar esta integração na tela do computador. Assim perguntou ao sujeito se ele seria capaz de representar na tela o **projeto** de uma **casa**, compondo dois ou mais sólidos.

O sujeito então lançou mão dos conhecimentos do Logo Tridimensional, o refletindo em termos dos processos possíveis nesse micromundo, apresentou o seguinte programa computacional, *casatri* e reestruturou várias vezes, com resultado reproduzido na Figura 1.

?ap casatri	?ap corpo	?ap retn
aprenda casatri :x :y :z :w	aprenda corpo :w	aprenda retn :w
virar :x	repita 4 [retn :w	repita 2 [andar :w
rolar :y	andar :w cabecear -90]	virar -90
cabecear :z	fim	andar :w * 2 virar -90]
corpo :w		fim
telhado :w		
frente :w		
fundo :w		
fim		

?ap telhado	?ap frente	?ap fundo
aprenda telhado :w	aprenda frente :w	aprenda fundo :w
andar :w cabecear -30	andar :w cabecear -120	cabecear :w*2 virar -90
repita3[retn :w andar :w cabecear -120]	andar :w cabecear -30	andar :w*2 virar 90
fim	repita 3 [andar :w	frente :w
	cabecear -90]	fim
	fim	

casatri aprendido

Ressalta-se no programa computacional, *casatri*,

x representa o ângulo em graus segundo o qual se deseja virar a construção da casa,

y representa o angulo em graus segundo o qual deseja rolar a construção da casa,

z representa o ângulo em graus segundo o qual se deseja cabecear a construção da casa, e

w está associado às dimensões lineares da casa (largura, profundidade, pé direito, altura do telhado).

O sujeito apresentou as figuras variáveis de entrada, com o resultado reproduzido na Figura 1 abaixo:

```
?tri casatri 0 40 -20 30 imprima
```

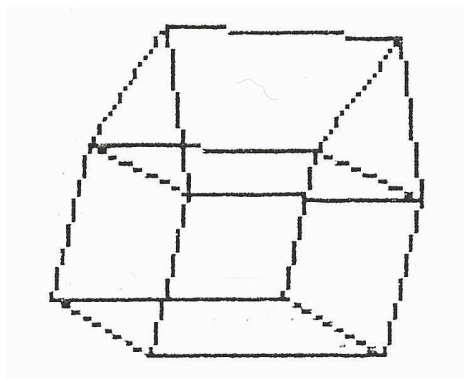


Figura 1 - Representação da casa construída com o programa *casatri*

A análise que se segue está baseada nos procedimentos utilizados pelo sujeito na elaboração do programa computacional *casatri*, e no resultado desse programa, representado pela casa reproduzida na Figura 1.

Inicialmente observamos que, a partir da descrição dos procedimentos do sujeito e dos valores atribuídos às variáveis de entrada do programa *casatri*, o ponto de observação, do qual a casa representada na Figura 1 é vista, está situado do lado esquerdo do leitor, acima do eixo x da tela. O estabelecimento da posição do ponto de observação decorre do procedimento do sujeito utilizado no início do programa *casatri* quando lançou mão da combinação dos comandos do giro para inicialmente posicionar a tartaruga (e conseqüentemente o objeto a ser representado na tela), ou seja, os comandos **virar, rolar e cabecear**, exercem função de posicionamento, função essa, distinta da desempenhada por esses comando que, juntamente com o comando **andar** nos sub-procedimentos: *corpo, telhado, frente e fundo*, ordenam a tartaruga a proceder deslocamentos e giros enquanto esta percorre os contornos da casa, ou seja nos sub-procedimentos *corpo, telhado, frente e fundo*, os comandos **virar, rolar e cabecear**, com sua Geometria intrínseca, exercem a função de descrever o objeto.

Pode-se constatar que o desenhos de figuras geométricas no micromundo do Logo Bidimensional implica na coordenação dos movimentos de deslocamento e de giro. O mesmo ocorre no micromundo do Logo Tridimensional. Porém, no sistema do Logo bidimensional, essa coordenação processa-se através de dois eixos coordenados representados no sistemas cartesiano (horizontal e vertical), enquanto que com Logo Tridimensional, acresce-se mais um eixo, o perpendicular à tela do monitor.

Decorre dessa forma que o desenho de um sólido, ou a integração de mais de um sólido, (casa) sem recurso tecnológico da holografia, implica em um tipo de raciocínio mais complexo para o usuário, o qual terá que considerar movimentos da tartaruga que não são os mesmos utilizados no Logo bidimensional, pois o Logo tridimensional envolve também a noção de profundidade, enquanto que no plano (Logo bidimensional), só se trabalha com duas dimensões, a altura e a largura

1 - Construção do Retângulo (sub-procedimento *retn :w*)

```
aprenda retn :w  
repita 2 [ andar :w virar -90 andar :w *2 virar -90]  
fim
```

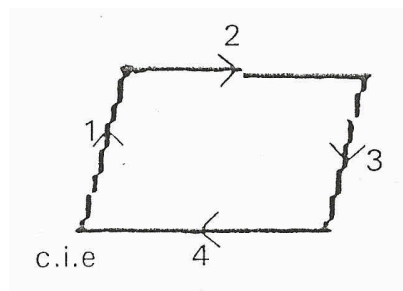


Figura 2 - Representação do retângulo construído com o sub-procedimento *retn*.

Através do sub-procedimento *retn :w*, o sujeito construiu um retângulo, usado na representação do corpo e do telhado da casa. Na construção do retângulo, a tartaruga, no centro da tela e voltada para cima, rolou sobre seu lado direito (rolar 40) e, cabeceando em seguida para fora da tela (*cabecear -20*), partiu do vértice inferior esquerdo, que corresponde ao canto inferior esquerdo da casa - c.i.e, e centro da tela, construiu o retângulo (transformando em paralelogramo pela ação combinada dos comandos rolar e cabecear), como representado na Figura 2, onde está indicada a seqüência de lados desenhados. Assim, construiu o retângulo percorrendo-o no sentido horário, retornando ao ponto e a posição de partida (canto inferior esquerdo, cento da tela e para cima - c.i.e.).

2 - Construção do Prisma Quadrangular (*corpo :w*)

aprenda corpo :w

repita 4 [retn :w cabecear -90]

fim

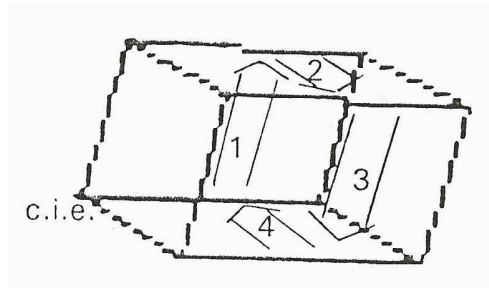


Figura 3 - Representação do corpo da casa

Através dos comandos **virar** :x, **rolar** :y e **cabecear** :z (os três primeiros comandos do programa *casatri*), a tartaruga, no centro da tela, posicionou-se para iniciar suas ações, e, seguindo os procedimentos contidos no sub-procedimento *corpo*, construiu a representação do corpo da casa. Inicialmente, utilizando o sub-procedimento *retn*, construiu a lateral posterior da casa, num plano fora da tela, utilizando o mesmo sub-procedimento seguiu construindo o corpo da casa na seqüência indicada na Figura 3, isto é, na lateral posterior, o forro, a lateral interior, e o piso, retornando ao centro da tela, ponto de partida. Completou assim a construção do corpo da casa, o qual tem a forma de um prisma⁷ quadrangular deitado, cuja altura é o dobro da aresta da base. Ressalta-se nesse momento a inter-relação da **Geometria da Tartaruga** com a **Geometria Plana**, através de conceitos tais como: Polígono Regulares, Ângulos, Conceito de Paralelismo, Perpendicularismo, entre outros.

A combinação das ações de giro da tartaruga (combinação dos comandos **vira**, **rolar** e **cabecear** do programa *casatri*) transformaram os retângulos em paralelogramos e tornaram possível enxergar-se a base esquerda do prisma (parte da frente da casa), a parte externa do forro, e a lateral anterior.

⁷ Na análise acima usamos de maneira imprópria, do ponto de vista matemático, os termos prisma e paralelogramos. O prisma ainda não tem as bases, e portanto não é prisma. Os lados maiores do paralelogramo não são paralelos, portanto os quadriláteros não são paralelogramos. Preferimos entretanto o uso dessas denominações, objetivando facilitar o entendimento por parte do leitor.

Uma conclusão que pode ser extraída da observação da Figura 1 é que, como o sujeito não virou a tela a casa representada na Figura 1 (virar 0), os segmentos que representam as interseções de uma das paredes laterais com o piso e com o forro (uma das arestas maiores do prisma representado na Figura 3, e sua correspondente aresta inferior) deveriam ser paralelas. Entretanto os segmentos superiores não são contínuos e mostram que nas discontinuidades houve retomada dos segmentos em posições mais abaixo, evidenciando o efeito da **projeção cônica**, inerente ao sistema Logo Tridimensional, evidenciando nesse momento as inter-relações entre as **Geometrias: da Tartaruga e Projetiva**. Portanto a extremidade da esquerda da parede lateral está representada como sendo maior que a extremidade da direita da mesma parede. Como já sabemos, essas dimensões tendem a zero no ponto de fuga.

Outra maneira de se observar a convergência dos segmentos acima definidos seria prolongá-los com o auxílio de uma régua. Desse procedimento seria possível observar-se que, na Figura 3, o ponto de convergência ou ponto de fuga da projeção cônica à esquerda. Como o sujeito rolou inicialmente a tartaruga fora da tela (rolar 40), o ponto de fuga está atrás da tela. Ressalta-se nessa estratégia escolhida pelo sujeito o inter-relacionamento da **Geometria da Tartaruga** com as **Geometrias: Plana, Projetiva e Espacial**.

Nesse sentido, ressaltam-se as potencialidades do Logo Tridimensional que possui inerente aos seus procedimentos as regras da **projeção cônica**, sendo que nesse contexto, o usuário pode trabalhar com conceitos sobre projeção, de forma simples e concisa, sem a demasiada abstração da Geometria tradicional.

O fato da **descrição geométrica** ser intrínseca ao sistema do Logo Tridimensional possibilita ao usuário trabalhar com conceitos matemáticos como: retas paralelas, retas perpendiculares, conceitos sobre polígonos, poliedros, propriedades das figuras planas, entre outras, sem a demasiada axiomatização das fórmulas, algoritmos prontos e a grande abstração da Matemática e da Geometria, trabalhadas de forma tradicional.

Essa descrição geométrica do objeto lhe é inerente, no sentido de que ela não faz referência a nenhum elemento que lhe é externo. Esse fato não é evidenciado no ensino tradicional da Geometria, no qual a descrição geométrica é externa às figuras, no sentido de que primeiramente o indivíduo, realizando a tarefa de representar um sólido qualquer, lança mão de fórmulas e algoritmos, leis e teoremas, pertencentes à Geometria, para conseguir o seu intuito. O objetivo da utilização do Logo Tridimensional consiste em integrar as figuras projetadas no mundo real, através da descrição espacial dos objetos e de sua visualização no plano.

A segunda conclusão vem da observação da forma da Figura 3 e da análise dos procedimentos usados na elaboração do programa *corpo*. Após a construção da primeira lateral, o sujeito cabeceou para fora da tela (**cabecear -90**), antes de proceder a construção do segundo retângulo que corresponde ao forro, repetindo este procedimento na construção da segunda lateral e do piso. Programada dessa maneira a tartaruga percorreu por dentro do corpo da casa ao construí-la. Parece-nos correta essa estratégia, considerando que a casa não é um sólido manipulável, e que seria impossível percorrê-la totalmente, porque no plano inferior a casa está sobre o solo, também porque acima do plano superior haverá o telhado. Ressalta-se nesse momento, o conceito de **sintonicidade corporal**, conceito este, vivenciado pelo sujeito através do sistema computacional Logo.

3 - Construção do Prisma Triangular (telhado :w)

```
aprenda telhado :w  
andar :w cabecear -30  
repita 3 [retn :w andar :w cabecear -120]  
fim
```

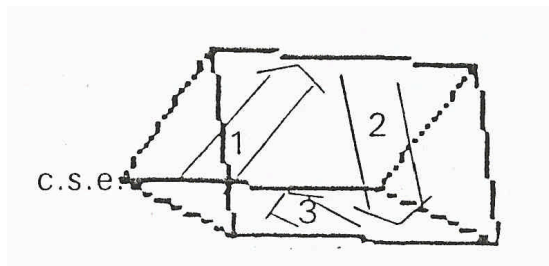


Figura 4 - Representação do trabalho

Partindo do canto superior esquerdo da casa - c.s.e., **cabeceou -30**, e utilizando-se do sub-procedimento *retn* construiu a parte posterior do telhado (também chamado de água posterior do telhado). Em seguida construiu a anterior do telhado e a parte plana sob o telhado, a qual pode ser interpretada como sendo o forro (que já havia sido construído durante a construção do corpo da casa). O prisma triangular que representa o telhado, e a seqüência seguida em sua construção, estão representados na Figura 4.

Da análise dos procedimentos utilizados na elaboração do sub-procedimento *telhado*, concluímos que durante a representação do telhado, este (em forma de prisma triangular) foi representado com a tartaruga percorrendo-o por dentro (**cabecear -120**). Porém na tela haveria o efeito se a tartaruga o tivesse percorrido por fora. Portanto, do ponto de vista de procedimentos, a estratégia utilizada (**cabecear** negativo) é passível de questionamento e interpretação. Construído isoladamente como um prisma triangular, esse procedimento pode ser considerado incorreto, pois nada impede a tartaruga de percorrê-lo por fora, mas depois de se integrar o telhado com o corpo da casa obtém-se uma construção única, a qual representa a casa. Com o corpo e o telhado integrados, se nos imaginarmos reproduzindo os movimentos da tartaruga (**sintonicidade corporal**) durante a construção do telhado, vemos que a estratégia utilizada, segundo a qual a tartaruga o percorreu por dentro, está correta, pois caso o fizesse por fora, não seria possível interpretar o fato da tartaruga atravessar o corpo da casa (Lei da Física - Não - Interpenetração dos Corpos).

Na Figura 4 também notamos a convergência associada à **projeção cônica** inerente ao Logo Tridimensional, quando comparamos as extremidades inferiores do telhado com a cumeeira.

Vemos pois que esta situação-problema está associada a algo que tem existência física, e que no real não pode ser manipulado pelo sujeito (é obvio que um modelo reduzido da casa poderia sê-lo), propiciando uma oportunidade rica de exploração de conceitos da Geometria Espacial.

Fatos como os acima apresentados, elucidam as potencialidades Logo Tridimensional no que se refere às visualizações e interpretações das imagens produzidas pelo usuário. Ressalta-se que para os fins a que nos propomos no presente estudo, não será necessário a descrição dos procedimentos

relativos à construção do *fundo*, da *frente* da casa e da reestruturação do programa computacional *casatri*. Para aprofundamento ver (Miskulin, 1994)

Da maneira como programado pelo sujeito, todas as partes da casa foram percorridas e descritas pela tartaruga, através do micromundo Tridimensional, levando-se em conta a concretude do problema a ser representado (casa), a conicidade inerente ao sistema computacional e a sintonicidade corporal. Além disso, o sujeito integrou o corpo e o telhado em uma só representação (casa), atingindo seu objetivo principal, que consistia em integrar mais de um sólido e representar esta integração na tela do computador, através do micromundo tridimensional.

4 - Análise Microgenética da Construção da Integração dos Sólidos

A análise dos procedimentos do sujeito ao procurar compor os dois sólidos (prisma quadrangular - corpo da casa e prisma triangular - telhado da casa) e integrar o todo representado pela casa, com a construção da frente e do fundo, na **visão microgenética**, envolve um processo de **generalização construtiva** que se caracteriza por uma reconstrução de conhecimentos anteriores advindos de outras situações-problema no contexto do Logo Tridimensional, com vistas e atingir um objetivo pré-determinado pelo sujeito. Essa reconstrução constituiu-se de uma planificação dos procedimentos em que grande parte dos elementos que compõe a heurística procedural são meras adaptações de contextos vivenciados anteriormente no **Logo Bidimensional**. Contudo, o problema atual, isto é, a representação da construção da casa no micromundo tridimensional, é novo e exige do sujeito movimentos que vão da intenção (objetivos, fins do sujeito) - **aspectos teleonômicos** - às particularidades do objeto a ser construído (**causalidade**) e vice-versa, o que imprime à estratégia reavaliações, controles constantes, reajustes mais complexos, pois o problema atual exige a representação imagética e a sintonicidade corporal da combinação de dois sólidos no espaço.

De fato, coordenar os deslocamentos da tartaruga para traçar as figuras geométricas com o Logo Bidimensional e coordenar os mesmos deslocamentos no espaço implicam operações qualitativamente diferentes. No contexto do **Logo Bidimensional**, no plano, essas coordenações exigem do usuário um grau menor de complexidade para a solução do problema. Todas as regulações (antecipações, compensações e outras) reduzem-se à coordenações de duas dimensões (altura e largura) que estão

explicitas nesse contexto, seja na tela, seja na imigração do sujeito. Ora, no **Logo Tridimensional**, essa coordenação implica também em uma nova dimensão (profundidade), que implícita ao contexto e, portanto, exige uma maior abstração do usuário. Coordenar simultaneamente três dimensões e o comandos responsáveis pela representação tridimensional dos objetos, em uma tela bidimensional, implica em vislumbrar a solução do problema, considerando uma tela que existe (tela do monitor) e os demais planos imaginários onde ocorrem as ações da tartaruga, o que só é possível quando o sujeito é capaz de operar sobre o real e o virtual concomitantemente.

Essa coordenação torna-se ainda mais complexas quando o sujeito, ao desenhar a casa no Logo Tridimensional, necessita trabalhar ao mesmo tempo com as especificidades da construção de um sólido na tela, como resultado da coordenação de outros sólidos, e com as diferentes possibilidades de representá-los em diferentes posições na tela. Trata-se pois, de lidar com os limites de transformações dos objetos - **causalidade objetiva**.

Na planificação e execução dos procedimentos referentes à representação da casa no Logo Tridimensional, o sujeito necessitou subordinar certos meios a certos fins, os quais exigiam coordenação de coordenações, próprias de raciocínios formais.

A análise microgenética permite perceber não apenas as formas de raciocínios necessários à resolução de um dado problema, mas como a criação de heurística está subordinada aos controles e conhecimentos anteriores do sujeito (representação de figuras plana, representação dos diversos sólido) e aos fins e objetivos (representação da casa).

O processo de generalização, portanto, não é simplesmente um processo de repetição de procedimento anteriores para servir a novos contextos: trata-se de uma verdadeira reformulação de heurísticas, de planificações e de combinações anteriores e atuais, o que constituiu sempre uma reconstrução, uma nova elaboração do problema.

Fatos como os acima delineados, evidenciam a potencialidade e as idéias poderosas do ambiente computadorizado, mais especificamente do contexto Logo, pois este está sempre sugerindo ao sujeito

aquisição de novos conhecimentos e proporcionando condições de reelaboração de suas estratégias, criação de heurísticas e, finalmente, possibilitando a construção de novas idéias. Esse paradigma se distingue como ferramenta educacional pelos seus aspectos interativos que proporcionam aos usuários a geração de novos problemas e de novas possibilidades de resolução, constituindo dessa maneira um artefato metodológico poderoso para se compreender o processo de raciocínio em situações práticas de resolução de problemas.

Nós educadores matemáticos precisamos estar sempre consciente às novas mudanças que se impõem com o avanço da tecnologia, refletindo sobre novas formas de gerar, disseminar e dominar o conhecimento, e, assim sendo, torná-las compatíveis com as nossas teorias e métodos de ensino, para que possamos proporcionar condições e ambientes de aprendizagem condizentes com estas novas linguagens e ideologias, e, desse modo, possibilitar a criação de novas e melhores condições para a comunicação e relações humanas.

II.2 DINÂMICA DA AÇÃO DE PROGRAMAR EM SISTEMAS ABERTOS DE ENSINO

O trabalho de Mantoan (1905) reúne um conjunto de considerações pedagógicas sobre a pertinência de LOGO aos sistemas abertos de ensino e aos estudos microgenéticos da adaptação cognitiva, ou seja, aqueles que se referem a processo de equilíbrio local da inteligência.

Projetado segundo pressupostos psicológicos e epistemológicos construtivistas, este estudo demonstrou que LOGO constituiu uma ferramenta didático-pedagógica que concorre para elucidar e estimular processos pelos quais estruturamos o conhecimento (macrogêneses cognitivas) e aplicamos o que já sabemos para resolver problemas (microgêneses cognitivas).

Da mesma forma, por ter sido concebido a partir dessa teoria do conhecimento, a arquitetura computacional de LOGO adequa-se e vincula-se aos propósitos dos sistemas abertos de ensino, pois coloca em evidências o objeto de conhecimento e as atividades do sujeito cognoscente, considerando-os partes do processo interativo que promove a reestruturação contínua e progressiva do pensamento.

O construtivismo, como fundamento dos sistemas abertos confronta o uso do computador para fins educacionais com problemas teóricos que transitam entre concepções que subordinam o usuário da máquina a programas prontos, acabados, e os que estimulam a capacidade de programar e de executar autonomamente projetos de trabalho, desenvolvendo-os a partir de necessidades, interesses e possibilidades de cada pessoa.

Os programas de ensino de sistema aberto, por sua vez, propõem a participação ativa de quem aprende e de quem ensina, como condição essencial à construção de conhecimento normativo e a elaboração de conhecimentos empíricos, individualizados.

Assim sendo, a busca de convergência entre LOGO, construtivismo e sistemas abertos de ensino aponta para uma possível e desejável recombinação de esforços e idéias dos que se dedicam a projetos pedagógicos inovadores e dos que investigam a questão computacional na educação. Destaca-se, igualmente, no referido estudo, a importância dos microdesenvolvimentos intelectuais --- CONSTRUTIVISMO PSICOLÓGICO --- esperando que tenham a mesma repercussão que o CONSTRUTIVISMO EPISTEMOLÓGICO teve para a educação, como modelo teórico da gênese de conhecimento universal.

1 - Conhecendo os Sistemas Educacionais

As pedagogas de vanguarda caminham decididamente em direção oposta à das escolas que "programam" o aluno e se dispõem a transformar os projetos e ações educacionais vigentes, fazendo-os cada vez mais adequados às exigências de uma sociedade que caminha para o futuro.

Propostas educacionais que preconizam a participação ativa dos alunos e dos professores no processo de construção intelectual constituem caminhos inovadores, que quebram os marcos tradicionais da atividade e da consciência pedagógicas, distinguindo os sistemas de ensino em abertos e fechados, como veremos a seguir.

1.1 - Sistemas Fechados de Ensino

Os programas de ensino de sistema fechado são os que apresentam um modelo organizacional que visa essencialmente manter o equilíbrio constante e homeostático no interior do sistema. Seus objetivos, estratégias, atividades, recursos didáticos são prescritos e determinados de tal forma que a interação entre esses elementos é reduzida ao mínimo e prevista ao máximo pelos que executam e controlam os programas. A estruturação do ensino é feita de processos cumulativos e lineares de aprendizagem de conceitos, ensinados em seqüências hierarquizadas e os conteúdos acadêmicos se limitam às disciplinas clássicas.

Esta concepção particular de ensino atribui valor ao produto da aprendizagem e não ao processo de elaboração do conhecimento pelo aprendiz; desconsidera, pois, na avaliação do desempenho e do desenvolvimento do aluno todo o seu desempenho, empenho, criatividade e autonomia, insistindo sobre normas e produções pré-determinadas pelo programa e polarizando os comportamentos em certos ou errados, adaptados ou inaceitáveis.

Os sistemas fechados defendem metas educacionais compatíveis com pressupostos epistemológicos pré-formistas e empiristas. Assim sendo, esses sistemas se estruturam segundo o preceito pelo qual o conhecimento é expresso por revelação de idéias prontas, que se atualizam na mente do sujeito, desde que certas condições lhes sejam dadas. Mas os sistemas fechados podem igualmente prescrever a internalização dos conhecimentos, dado que admitem que estes provêm de informações transmitidas no exterior para o interior do sujeito, através da experiência sensível.

Em ambas as correntes epistemológicas, o sujeito cognoscente tem um papel pouco significativo na constituição do saber e, embora antagônicos, o pré-formismo e o empirismo relativizam e reduzem o processo do conhecimento, assim como o sistema de ensino que neles se baseiam.

1.2 - Sistemas Abertos de Ensino

Em tais sistemas, que localizam na outra extremidade das concepções acima aventadas, as fontes do conhecimento são, ao mesmo tempo, internas e externas ao sujeito e ao seu quadro educativo.

Não convém aos sistemas abertos manter um equilíbrio homogêneo do comportamento intelectual, uma vez que a dinâmica que os mantém é caracterizada por uma reorganização constante e permanente dos programas educativos, visando à adaptar-se à diversidade dos conteúdos de estudo e das possibilidades de sua assimilação pelos alunos.

De fato, nos sistemas abertos o desenvolvimento do aluno é considerado como centro das atenções dos programas e as avaliações de seus efeitos recaem sobre a construção ativa do conhecimento pelo aprendiz e a aplicação do saber a um leque cada vez mais amplo e variado de situações. Neles, a generalização dos conhecimentos acadêmicos e a interdisciplinaridade curricular quebram os limites das disciplinas escolares tradicionais e congregam numa síntese os conteúdos escolares e os contextos de vida em que se aplicam.

Ao apelarem para reorganização permanente dos programas de ensino, visando atender às necessidades dos alunos e às mutações do meio, o papel do professor se reveste de grande significação e importância, deixando de ser aquele que transmite a verdade ou oferece a situação apropriada à sua revelação para aquele que cria "settings" educativos e que propicia, condições para que estes se transformem em verdadeiras oficinas do conhecimento.

A forma pela qual os programas de sistemas abertos tratam os processos de ensino e aprendizagem condiz com os princípios filosóficos e científicos do construtivismo, dado que propõem situações que contribuem para a evolução do conhecimento e oferecem condições, ou seja, espaços e recursos pedagógicos que estimulam e sistematizam pensamento do aluno.

Os objetivos educacionais e as práticas educativas dos programas de sistemas abertos implicam uma revisão das propostas educacionais usuais para adequá-las a uma educação que se redimensiona e para se ajustar à modernização do instrumental de ensino.

Dada a rapidez com certos ramos das ciências e da tecnologia têm-se desenvolvido atualmente, é de se esperar que cada vez mais os recursos pedagógicos resultantes dessas evoluções deixem de fazer tímidas incursões no meio escolar e transponham os muros das escolas, interligando os alunos, os conhecimentos, os valores, os costumes, através de redes de telecomunicações cada vez mais potentes e sofisticadas.

A popularização crescente do uso do equipamento eletrônico, das calculadoras aos computadores está, pouco a pouco, atingindo a escola e impelindo os professores a fazer uso desses instrumentos nas salas de aulas.

Mas como incorporar as inovações tecnológicas às práticas educativas e mais, como redimensionar a utilização dessas novas e potentes ferramentas a uma escola que ainda se define pelo conservadorismo dos sistemas fechados de ensino?

Eis aí um grande desafio para os professores e para aquele que se dedicam á formação desses profissionais.

A intenção deste estudo foi mostra a possibilidade desse redimensionamento, à luz do que investigou sobre o comportamento de aprendizes do ensino fundamental, ao construírem a noção de ângulo, utilizando LOGO..

2 - Um Caso Ilustrativo

Serão apresentadas a seguir pequenos excertos das reações de um dos sujeitos dos experimentos efetuados, H. de 10 anos de idade, cursando a 4º série do 1º Grau, ao desenhar um robô, no computador (Figura 1)

Trataremos inicialmente de uma situação em que o referido sujeito aplica um conhecimento a uma dada situação, reconstruindo-o em função de um novo contexto.

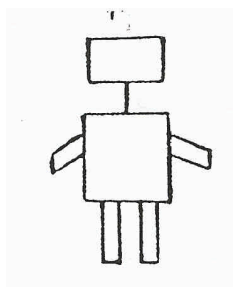


Figura 1 - O robô desenhado por H

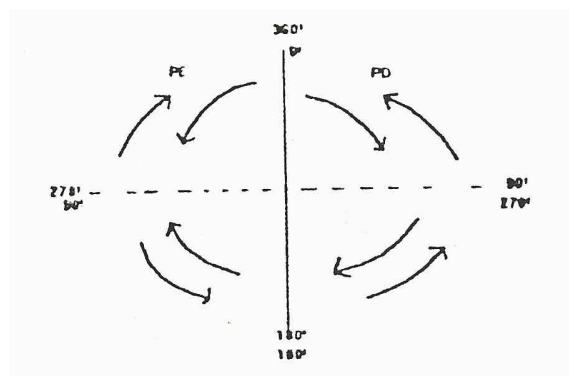


Figura 2 - representação das orientações da tartaruga no Sistema LOGO por H.

Na sessão em que desenvolveu os braços do robô, H. retomou o que já aprendera sobre as medidas do ângulo de 90° e de seus múltiplos em LOGO. (Figura 2) e pode dessa maneira, controlar os graus complementares do ângulos reto: 90 , 180 , 270 graus, conseguindo a inclinação das linha na medida desejada.

Em um outro momento extraído da programação de H., podemos demonstrar que um procedimento se processa na direção da planificação das ações, mas as ações do sujeito no decurso de processos adaptativos, dependem do que ele é capaz de destacar dos observáveis do objeto sobre o qual atua. Trata-se do que Inhelder (1992) refere como movimentos top-down e bottom-up das adaptações cognitivas. O movimento top-down evidencia-se no processo de planificação da ação e o bottom-up, quando o sujeito busca detectar os limites da realidade e as possibilidades do objeto com o qual está atuando, visando à de sua ação. Durante a resolução de um problema, as ações adaptativas oscilam entre esses dois movimentos, podendo prevalecer um em relação ao outro. A coordenação entre ambos, contudo, confere à situação a adaptação desejada.

H. precisava traçar uma linha reta horizontal na tela, para continuar o seu projeto. Nosso sujeito tinha uma "teoria" implícita para abordar a nova tarefa do desenho do robô. Para certificar-se de sua "teoria" teclou o comando *PF 50*. Avaliou a pertinência do comando efetuado aos seus objetivos e percebeu que não dera certo. (Figura 3).

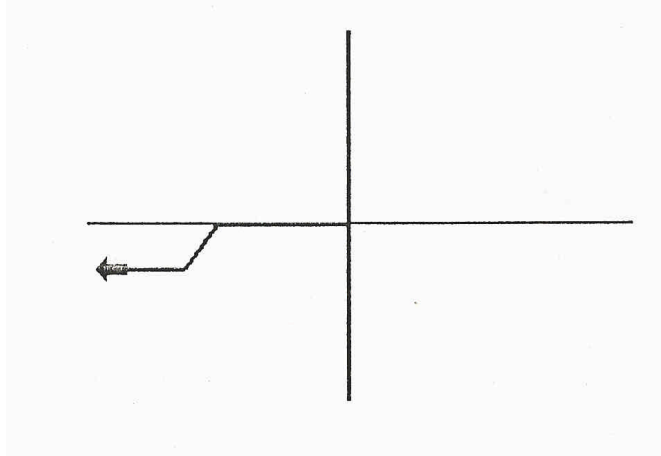


Figura 3 - Linha traçada pela tartaruga na tela

Ao corrigir o traçado usou comandos de giro aleatórios, tentando compensar o ângulo, sem, contudo, obter sucesso. A verificação do procedimento e sua correção realizaram-se na direção dos observáveis do objeto (movimento bottom-up). Mudou então de estratégia, apagando inesperadamente toda a tela e fazendo o computador de calculadora. Digitou 6×15 e obteve 90. Ligou em seguida a tela digitou o comando *PE 90* e testou a linha novamente, em busca de confirmação de sua nova hipótese (figura 4). Imediatamente retornou à direção top-down de sua composição procedural, continuando seu projeto de trabalho.

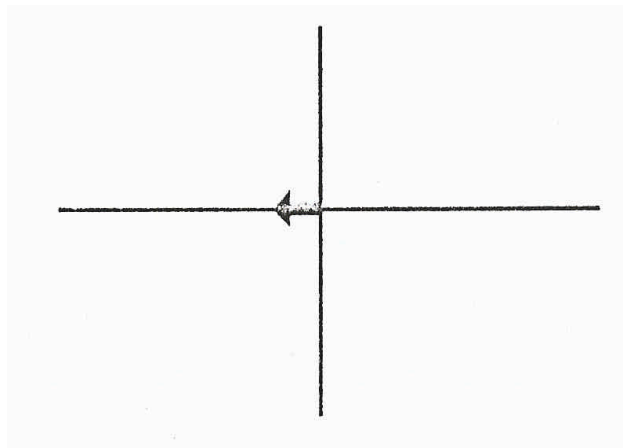


Figura 4 - O resultado do comando *PE 90* para testar a linha horizontal

O uso de representações intermediárias, ou seja, de diagramas, de desenhos e de outras atividades extra-computador que funcionam conforme Inhelder e Caprona (1992) como "objetos que ajudam a pensar", apoiam o sujeito na depuração dos procedimentos. A figura 5 ilustra uma representação que H

fez da queda de um lápis para a esquerda e os cálculos que o sujeito executou para solucionar o problema de desenhar o corpo do robô, que implica em se orientar a tartaruga em um ângulo reto

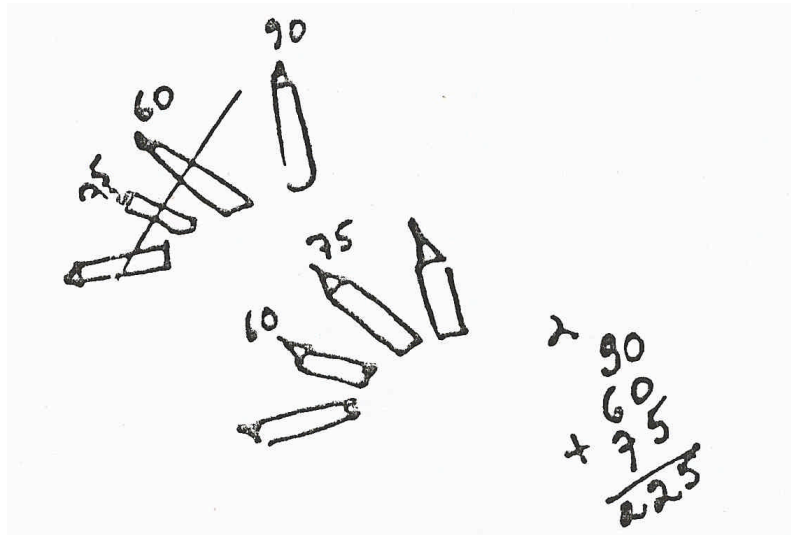


Figura 5 - Representação da queda de um lápis pelo sujeito (objects to think with)

Ocorre que o sistema de representação da queda do lápis em LOGO exige ajustes porque o ângulo inicial da queda do mesmo nessa linguagem é o de 0 graus, obrigatoriamente, e não 90 graus, como propusera o sujeito.

Essa mobilidade de representações no decurso da resolução de um problema, além de possibilitar um "interplay" entre o conhecer e o fazer, permite representar uma mesma realidade em diferentes sistemas (no caso a linguagem LOGO e o utilizado por H, ao desenhar) e concorre para o próprio enriquecimento da estrutura de conhecimento, que se beneficia desses novos parâmetros figurativos e das diferentes perspectivas de operacionalização da tarefa.

3 - A Convergência Possível

As estruturas asseguram a coerência interna de um pensamento e revelam os níveis de compreensão do sujeito. Mas o procedimento é que possibilita a criação, a novidade, a descoberta.

Reconhecer os movimentos da planificação de uma seqüência de ações em função de um objetivo a ser alcançado (aspecto teleonômico das condutas adaptativas) e os que implicam no conhecimento dos limites da realidade (aspecto causal), visando à concretizar a planificação referida, expandem o campo de atuação do professor no sentido de promover a construção do conhecimento, e reportam aos princípios pedagógicos dos sistemas abertos de ensino. Essa atuação igualmente se enriquece, porque aumentam as possibilidades e a precisão dos desequilíbrios pelos quais provoca o aluno, no sentido de avançar em suas hipóteses, modificar seus procedimentos até chegar ao que pretende.

Como ocorrem alternadamente centrações do sujeito nos aspectos funcionais e estruturais da cognitiva, interpretar as condutas dos alunos em termos de composição de relações meios-fins (intenções) e causa-efeito (causalidade objetiva) faz com que se clarifiquem ainda mais os processos de ensino e aprendizagem. O professor tem então não apenas uma visão da compreensão do aluno do ponto de vista nocional, mas dos esquemas procedurais envolvidos na construção de seus conhecimentos.

Resumindo, o estudo em questão comprovou que programar é um ato criativo e desafiador para o aluno e o professor que desenvolvem projetos em LOGO. Esta particularidade da linguagem enriquece o processo pedagógico e possibilita uma representação da programação nos seus aspectos funcional e estrutural. Um professor que sabe fazer uso dessa ferramenta terá um recurso muito potente a seu serviço para estimular os alunos a percorrer os caminhos da descoberta e criação do saber.

Os sistemas abertos de ensino, referendando-se no construtivismo, compõem um cenário educacional compatível com idéias de uma escola inovadora, que tem em LOGO, entre outros, um colaborador para a consecução de suas metas: promover a liberdade de expressão, o espírito crítico, a criatividade, cooperação e o desejo de explorar os possíveis, as novidades.

II.3 - DINÂMICA DA AÇÃO COGNITIVA NA ATIVIDADE COMPOSICIONAL

1 - Abordagem Microgenética na Análise do Processo Composicional

No estudo de Martins (1994), a análise microgênica focalizará o dinamismo das condutas cognitivas de um compositor durante um processo de construção musical. Esta análise é aqui utilizada para explicar os encadeamentos das ações do compositor para qual alcançar um objetivo específico, elaborar um desenvolvimento musical. No processo composicional, o compositor efetua um trabalho cognitivo complexo. Diante dos vários caminhos à sua escolha, tem que tomar as decisões que melhor satisfaçam aos objetivos traçados por ele e, ao mesmo tempo, tem que considerar os limites impostos pela realidade na qual ele está atuando. A ação cognitiva do compositor diante dessa atividade, transita de sua intenção para a ação e vice-versa. Ao analisarmos o processo composicional, pretendemos verificar como o compositor faz evoluir uma idéia. Durante a atividade composicional há momentos nos quais o compositor lança um objetivo, implementa, depura, utiliza algumas formas de representação, até chegar ao que se propôs. O objetivo do estudo de Martins (1994) consistiu em analisar a dinâmica da atividade cognitiva numa situação de design composicional visando levantar indícios para o desenvolvimento um software que tivesse características que facilitassem o processo de descrever - executar - refletir - depurar fundamental para que a aprendizagem efetivamente ocorra

2 - A atividade composicional como design

O processo composicional pode ser abordado como um "processo de *desing*", ou seja, um processo de atualização e materialização de idéias, ou seja, um processo de aproximações progressivas de uma idéia. A tentativa de "dar formas às idéias" numa situação de *desing* aponta para a dinâmica do processo de se ter idéias, tentar dar forma e concomitantemente avaliá-las e depurá-las.

Quando o sujeito se depara com uma tarefa de resolução de um problema específico, ele põe em ação alguns cognitivos. Diante de uma situação problema o sujeito dialoga com o objeto colhendo características, considerando as regras convencionais e as restrições que o sujeito atribui a ele. De acordo com os significados que o sujeito atribui ao objeto, com base em um quadro teórico que ele tem sobre o assunto, levanta um conjunto de transformações possíveis para o mesmo. Além das ações que

dizem respeito ao conhecimento do objeto, o sujeito, ao longo do processo de atuação, vai definindo algumas ações e idéias em função das transformações dos objetos que ele dispõe. Ao longo do processo de resolução do problema, vai coordenando os aspectos referentes aos objetivos traçados para chegar à solução.

A nosso ver, a atividade de compor pode ser vista como um processo cíclico no qual o indivíduo implementa alguma idéias musicais estabelecendo relações entre elas, reflete e depura o material gerado. O trabalho de criação musical é inicializado a partir de idéias geradoras. São realizadas constatações sobre o material gerador, buscando-se as características essenciais do material. São decodificadas várias unidades básicas que podem ser combinadas propiciando a formação de outras idéias musicais. São aplicadas operações como combinação de objetos sonoros obtidas por proximidade, afinidade, semelhança e contrastes entre eles. Ao longo do processo há momentos nos quais o indivíduo faz implementações, busca executá-las e analisá-las. Isso permite ao indivíduo integrar a significação das idéias geradoras em um determinado contexto, ou seja, integrar o que é próprio do objeto (casualidade) aos fins que se pretende alcançar (teleonomia)

3 - Descrição do design composicional

O relato abaixo tem por objetivo explicar a dinâmica da ação cognitiva de um *compositor* durante a atividade de *design* composicional⁸. Neste relato serão destacadas alguns trechos ocorridos ao longo da atividade experimental proposta ao compositor na qual ele deveria fazer um desenvolvimento musical a partir de um conjunto de notas dado no início da atividade.

O compositor colocado diante da situação problema: fazer uma composição a partir de um trecho musical, inicia sua atividade:

"Tá. Aí eu crio alguma coisa em cima de um exemplo desses..."

⁸ A descrição completa do processo de design composicional encontra-se em Martins (1994).

Sendo essa uma atividade intencional, num primeiro momento o compositor busca envolver-se com o problema proposto e traçar diretrizes de trabalho.

"..vai trazer sentido pra mim eu pegar esse trecho musical e tentar observar todos os detalhes que ele tem, do que é formado..."

O ponto de partida que o compositor encontrou para atuar foi observar os detalhes, as características do tema inicial. A partir disso, há uma série de ações, nas quais o compositor passa a analisar as características das notas fornecidas tentando buscar possibilidades de desenvolvimento para a composição musical. As falas a seguir algumas características e detalhes levantados pelo compositor, relativos as notas fornecidas, objeto com o qual ele iria atuar.

"Ritmicamente, é um ritmo irregular e eu já tanto determinar um compasso".

"Em cima desse trecho eu já tirei 5 notas que eu posso trabalhar em torno delas, são notas importantes porque foram as apresentadas. A pulsação que eu senti foi compasso quaternário".

"Bom, que mais eu tiraria daqui? Tessitura: compreende uma 6ª maior".

Nesse momento da atividade, poderíamos dizer que, está em evidência o *movimento bottom-up* (Inhelder, 1992) da ação cognitiva do sujeito. Essas investigações do sujeito revelam sua busca em detectar as possibilidades do objeto com o qual ele está atuando. O sujeito, ao interagir com o objeto para conseguir fazer alguma coisa, leva em consideração as restrições dos objetos, bem como as regras convencionais às quais eles estão atrelados.

Além do compositor se deparar com as delimitações que ele mesmo atribui ao objeto, depara-se também com suas intenções, como veremos a seguir:

"Eu sinto aqui organizando, preparando meu material de trabalho"

O próximo trecho revela o momento no qual o compositor começa a planejar algumas diretrizes para a sua ação. As diretrizes traçadas no momento dizem respeito às possíveis transformações que o compositor atribui ao objeto. Evidencia-se assim, o *movimento top-down* da atividade cognitiva do sujeito:

"... eu posso fazer a inversão desse tema, o retrogrado desse tema, e é o que eu vou fazer..."

As operações musicais levantadas e implementadas pelo compositor, são as transformações possíveis que, no momento, ele vislumbra para o objeto.

Permeando o processo da atuação do compositor, há momentos nos quais ele reflete sobre o que fez até então e faz planificações de suas ações do nível mais geral. Podemos perceber que nessa atuação passa a evidenciar-se o *momento top-down* da ação cognitiva do sujeito, pois ele se detém em pensar em algo que poderia ser feito, sem saber ainda quais objetos utilizaria.

"... não sei se vão ter uso todas estas informações, mas pelo menos eu vou ter um material grande de trabalho e vou tentar sobrepor uma informação com outra, juntar, misturar..."

Na seqüência das ações, volta a se evidenciar o *movimento bottom-up*, pois o compositor retoma a busca de características, do objeto musical dado inicialmente.

"O que eu posso buscar mais de informações é que, as relações intervalares do trecho que você me passou, compreende uma 2º maior, uma 4º justa e outra 2º maior. São informações legais, pro tamanho do trecho, só tem duas relações intervalares: 2º maior e 4º justa"

Como podemos perceber, durante a tarefa de resolução de um problema a ação do indivíduo oscila entre os *movimentos top-down e bottom-up*. Esses dois movimentos sempre ocorrem durante a atividade cognitiva, porém, há situações onde um pode prevalecer em relação ao outro.

O compositor, depois de implementar as transformações que vislumbrou para o tema inicial, toca no piano o tema gerador e as derivações criadas. Na sequência, há a seguinte reflexão do compositor:

"Bom agora, o que fazer com isso ?"

Como se evidencia na atividade composicional até aqui descrita, o sujeito intenta analisar o objeto (tema musical inicial). Estuda suas características, vislumbra um conjunto de transformações possíveis, ou seja, destaca os aspectos causais que deverá considerar para chegar ao que se propõe. Ao vislumbrar um conjunto de transformações possíveis, o sujeito passa a dispor de elementos necessários para resolver a tarefa de fazer um desenvolvimento musical. Mas, como expresso na fala acima, dispor de elementos e transformações pertinentes ao objeto não é suficiente para que, de imediato, o sujeito defina objetivos e sub-objetivos para chegar a uma solução. Para tanto, precisará definir objetivos acessíveis em função das transformações disponíveis por ele levantadas.

O trecho a seguir revela um momento em que o compositor começa a gerar objetivos que pretende desenvolver em função das características levantadas sobre o objetos e das transformações que implantou sobre o mesmo. Nesse momento, o compositor começa a estabelecer algumas delimitações para o seu trabalho. O compositor traça objetivos mais amplos, considerando os objetos (o tema inicial e as transformações) e as regras convencionais às quais ele se subordina. Sua decisão é fruto de uma coordenação possível entre aspectos causais (dados relativos ao tema) e teleonômico (linha de evolução de idéias).

"O que penso nessa composição é tentar jogar essas informações, principalmente ligadas ao que me ocorreu: inversão, retrógrado e tal, mas também tentar manter o aspecto tonal que ela tem. E dentro desse aspecto tonal tentar criar alguma coisa dentro de uma proporção áurea, que é você sair de um ponto X, desenvolve até criar um clímax e o desfecho".

As novas delimitações para o trabalho dão conta de coordenar objetivos mais amplos (misturar as informações e fazer com que o desenvolvimento tenha um início, atinja um clímax e tenha um

desfecho) com sub-objetivos (combinar os objetivos disponíveis levando em consideração as relações tonais entre os mesmos).

Apesar de o compositor levar em consideração os objetos disponíveis, neste momento há uma preponderância dos *aspectos teleonômicos e do movimento top-down*, pois o compositor se detém em traçar e integrar metas para o seu trabalho.

O trecho a seguir revela um momento de *coordenação entre os aspectos causais e teleonômicos*. Poderíamos dizer que, neste momento, o compositor efetivamente chega a construção de uma solução para o seu desenvolvimento musical pois considera os objetivos como possíveis de serem atingidos com os objetos disponíveis.

"a idéia que vem tentar fazer aqui, para não ser muito extenso - que seria uma das alternativas, de todas as idéias que me ocorrem - é ir estreitando essa intercessão até fazer uma totalmente sobreposta a outra e depois inverter a coisa. (faz gesto com as mãos demonstrando a idéia a ser desenvolvida de justapor gradualmente os tempos das duas vozes).

" Foi essa idéia que me pintou agora e que daria uma certa coesão pra peça. Vamos ver como vai rolar".

Este momento de coordenação pode ser constatado na fala do compositor referindo-se ao fato de que, a idéia surgida, permitia uma *" combinação que fechou o sistema que imaginou"*, ou ainda que possibilitava uma *"coesão para a peça"*. Nessa coordenação, os objetivos que delimitam linhas mais abrangentes de sua ação como - misturar as informações disponíveis fazendo com que o desenvolvimento tenha um início, atinja um clímax e tenha um desfecho - são atrelados a sub-objetivos que dão conta de especificar como essas diretrizes poderiam ser efetivadas (fazer sobreposição gradativa dos tempos das duas vozes e posteriormente fazer o movimento inverso), levando em consideração os objetos necessários para realizá-los.

O compositor ao finalizar seu trabalho dedicou-se a representá-lo.

" Agora uma coisa que eu quero fazer é ter uma noção panorâmica do que eu fiz agora, pra eu poder dar um continuidade depois."

" Eu vou chamar seu tema de T, inversão de I, retrógrado de R, retrógrado da inversão de RI.. Vamos ver o que eu usei em todos os compassos".

Blanchet (1992) afirma que uma das partes do desenvolvimento da experiência do sujeito ao resolver um problema é a de representar a sua solução. Denomina essa atividade de **tarefa de representação**. De fato, o que podemos ver na representação gráfica, registrando, segundo um eixo temporal, as seqüências musicais utilizadas nas duas vozes. Representou-as por traços e siglas, numerou os compassos e demarcou a sobreposição dos tempos entre as duas vozes.

Os dados obtidos no experimento analisado acima mostram que a ação do indivíduo é bastante sofisticada. Percebe-se que as fases de desenvolvimento de uma criação, não são lineares. O que ocorre é um "diálogo" no qual a ação do compositor transita do geral para o particular e vice-versa. Esses saltos são inesperados dado o tipo de objeto e objetivo que são tratados em cada momento do *design*..

Do ponto de vista da aprendizagem, em função do ciclo de ações que abrange "o fazer composicional", o aprendiz encontra condições de aberturas para novas possibilidades. Nesse ciclo de ações, há momentos de coordenação dos aspectos causais e teleonômicos que dá ao sujeito condição de compreender o seu fazer e explicar o que fez. Um ambiente que dá composição musical voltado a principiantes tem que oferecer situações nas quais o aprendiz possa atuar e refletir sobre essa atuação de modo a construir e internalizar os conceitos e estratégias utilizados no contexto de atuação.

III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção de reunir estes três estudos em um artigo foi a de levar ao conhecimento dos interessados um referencial teórico bastante atual, que anuncia novas tendências e possibilidade de redimensionamento do processo cognitivo, pela complementaridade das análises micro e macrogenética do pensamento.

Essa fusão é oportuna em que as atividades intelectuais em geral adquirem um novo perfil, definido pela amplitude do conhecimento como consequência da aplicação criativa do mesmo.

Os três estudos apresentadas relacionam-se ao "saber fazer", ou seja, ao "como" e ao "para que" da atividade intelectual. Destacam não apenas o que se consegue a partir da inteligência em ação solucionar problemas, mas o que o "saber fazer" demanda em termos de raciocínios, estratégias, planificações, que fogem às concepções tradicionais de resolução de problemas, que navegam entre o geral e o particular, os meios e fins, sem transcender essa polaridades de modo a permitir a invenção de maneiras próprias de agir para consumir tarefas.

Os trabalhos realizadas não se restringem à funcionalidade da inteligência por ela mesma, mas ao tratar de raciocínio abduativos, design, soluções de problemas a partir de conhecimentos anteriores, demonstram a necessidade de se oferecer a aprendizes e especialistas ambientes de produção do conhecimento que incitem e possibilitem o pensamento de atuar ativa e autonomamente, liberto de modelos, padrões, formulas pré-determinados.

Do ponto de vista educacional, os três estudos nos apontam para a compatibilidade do perfil intelectual do homem moderno com o que preconizam os sistemas abertos de ensino e de construção do conhecimento que implicam uma interação cada vez mais próxima e integrada entre o que o sujeito dispõe e o que o meio propõe.

Evidentemente, a análise microgenética por si só não conduz ao redimensionamento do processo cognitivo que aventamos acima. Há que se considerar o que lhe é subjacente ao comportamento do aprendiz, como do especialista, como do mediador da aprendizagem. Referimo-nos à subjetividade deste sujeitos pelo aspecto inferencial da referida análise, que não se atem à listar comportamentos observáveis, como muitos acreditam, mas a revelar "como" e "para que" os aspectos axiológicos (valores, crenças), aspectos teleonômicos (objetivos) e os lógicos se encadeiam em seu processo geral de transformação do conhecimento em ação (funcionalidade) e da ação em conhecimento (estruturação), em cada sujeito.

Antevemos com estudos da natureza dos que apresentamos novas perspectiva de se abordar os processos de ensino e construção do saber face aos novos tempos e às tecnologias a seu serviço.

Bibliografia

ABELSON, Harold, diSESSA, Andrea A. (1981) *Turtle Geometry: The Computer as a Medium for Exploring Mathematics*. Cambridge: MIT Press.

ACKERMANN, E. (1993) *Tools for construtive learning: Rethinking Interactivity*, MTI, USA.

BARANAUSKAS, M. C. (1993) *Uma abordagem construcionista ao design de um ambiente para programação em Lógica* in *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*/ José A. Valente, organizador, São Paulo.

BLANCHET; et al (1992) *Les unités procédurales, causales et téléonomiques dans l'estude des processus cognitifs* in *Le cheminement des decouvertes de l'enfante. Recherche sur les microgeneses cognitives*: Delachaux et Niestle, Paris.

D'AMBROSIO, Ubiratan (1990) *Etnomatemática: Arte ou técnica de Explicar e Conhecer*. São Paulo: Ática.

HOYLES, Celia, NOSS, Richard (Org) (1992) *Learning Mathemsatics and Logo*. Cambridge: MIT Press.

INHELDER, B. e CELLÉRIER, G. et al. (1992) *Les cheminements des découvertes de l'enfant. Recherche sur les microgeneses cognitives*. Paris, Delachaux et Niestlé S.A. Neuchâtel (Switzerland).

INHELDER, B. e de CAPRONA, D. (1985) *Construtivisme et création des nouveautés*". In: *Archives de psychologie*, 53, p. 7 - 17.

INHELDER, Bärbel, CAPRONA, Denys (1992) *Vers le Constructivisme Psychologique: Structures? Procédures? Les deux indissociables*. In: INHELDER, B., CELLÉRIER, G., et al. *Le*

cheminement des découvertes de l'enfant. Recherche sur les microgenèses cognitives. Paris: Delachaux et Niestlé.

KOHLBERG, L e MAYER, R. (1992) *Development as the aim of education*. In: Harvard Educational Review, N° 42, p. 449 - 496.

MANTOAN, Maria Teresa E. PRADO, Maria Elisabeth B. B. e BARRELLA, Fernanda Maria F. (1993) *LOGO e microgenêses cognitivas: um estudo preliminar* in: VALENTE, J. A. (org.) Computadores e conhecimento - repensando a educação - Campinas/ SP, Gráfica Central da Unicamp, p. 234 - 256.

MARTINS, M. C. (1994) *Investigando a Atividade Composicional: Levantando dados para um Ambiente Computacional de Experimentação Musical*, Campinas: Faculdade de Educação da UNICAMP. (Dissertação de Mestrado em Educação).

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra (1994) *Concepções Teórico-Metodológicas baseadas em Logo e em Resolução de Problemas para o Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria.*, Campinas: Faculdade de Educação da UNICAMP, (Dissertação de Mestrado em Educação).

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra, BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani (1991) *Logo tridimensional como estratégia para a exploração da geometria espacial*. In: II Encontro paulista de Educação Matemática, São Paulo, Anais, p.150 - 151.

PARPET, Seymour (1985) *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense.

PARPET, Seymour (1993) *The Children's Machine: Rethinking School In the Age of the Computer*. New York: Basic Books.

PIAGET, J. (1972) *Où va l'éducation*. Paris, Denoel/Gonthier.

PIAGET, J. (1972) *L'epistémologie genétique*, Paris, PUF

PIAGET, J. (1977) *A tomada de consciência*, São Paulo, Melhoramentos, EDUSP.

PIAGET, J. (1978) *Fazer e compreender*, São Paulo, Melhoramentos, EDUSP.

REGGINI, Horacio C. (1985) *Ideas Formas: Explorando el Espacio con Logo*, Buenos Aires: Ediciones Galápagos.

REGGINI, Horacio C. (1988) *Computadoras: Creatividad o Automatismo?* Buenos Aires: Ediciones Galápagos.

WICKENS, D. (1976) *La théorie de Piaget: modele de systeme ouvert d'enseignement*. In: SCHWEBEL, M. e RAPH, J. Piaget à l'école - Libérer la pédagogie. Paris, Denoel/ Gonthier, p. 161 - 178.

...