

EDUCAÇÃO e ————— TECNOLOGIA



Revista do Instituto Politécnico da Guarda

EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

Propriedade

Instituto Politécnico da Guarda

Director

João Bento Raimundo

Redacção

Serviços Centrais do IPG - Quinta do Zambito

6300 Guarda

tel. 222634 * telecópia 222690

Composição

Gabinete Editorial do IPG

Execução Gráfica e Impressão

Secção de Reprografia do IPG

Periodicidade

Semestral

Tragem

1.000 ex.

Depósito Legal

nº 17.981/87

PARA ALÉM DA MEMÓRIA ...

Mercê de um esforço determinado, orientado desde o início por princípios de valorização do potencial humano e regional, foi possível, ao longo dos últimos seis anos, dotar a região com a realidade que é actualmente o Instituto Politécnico da Guarda.

Concretizámos igualmente a abertura do Pólo de Seia deste Instituto; para além do seu alcance cultural e social, ficou bem evidenciado que, quando há diálogo, empenho colectivo, preocupação pelos interesses da comunidade, o progresso resulta no tempo presente e imprime perspectivas de futuro. Partilhamos assim da opinião de João de Araújo Correia, *"não é preciso que os homens sejam anjos. Mas o tempo que a mesquinhez desperdiça em mesquinhas, se fosse aproveitado, cinquenta por cento que fosse, em elevadas missões, faria de meio fruste um grande meio e, de meio grande, um meio sublime"*.

O Instituto Politécnico da Guarda — com toda a sua estrutura humana, técnica e administrativa — protagonizou a mudança, integrou-se na comunidade regional, assumiu-se como motor de desenvolvimento nas suas múltiplas facetas; caracterizou nesta interligação real, permanente, o símbolo do Portugal moderno e do papel de grande responsabilidade que incumbe ao ensino superior politécnico. Tal responsabilidade passa também por uma actividade editorial que seja incentivo constante a novos trabalhos, à reflexão e à investigação. É esse o desafio que a nossa Revista deixa em cada edição, entrelaçando-se na obra que está consubstanciada neste Instituto Politécnico.

Como escreveu o Padre António Vieira, *"as razões próprias nascem do entendimento, as alheias vão pegadas à memória, e os homens não se convencem pela memória, senão pelo entendimento"*.

João Raimundo
Presidente da Comissão Instaladora
do Instituto Politécnico da Guarda

O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM CRIADO PELA UTILIZAÇÃO DO LOGO E O DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURAÇÃO ESPACIAL NA CRIANÇA.

Antônio Pereira de Andrade Pissarra**

Resumo

A inovação pedagógica passa, hoje, pela utilização integrada de Novas Tecnologias.

Na utilização do computador em contexto educativo, tem merecido relevo especial a exploração de programas que promovam desenvolvimento de capacidades, nomeadamente a Linguagem LOGO.

Há divergências nas conclusões de trabalhos de investigação levados a efeito nos últimos anos, relativamente aos possíveis contributos da prática de LOGO para o desenvolvimento da estruturação espacial. É este o problema que motivou o presente estudo.

Síntese da parte teórica:

Educação e Novas Tecnologias

A Linguagem LOGO

A filosofia do LOGO

Ambiente de Aprendizagem criado pela utilização do LOGO

* Trabalho apresentado no âmbito do DESE em Novas Tecnologias na Educação, orientado pelo Dr José Gonçalves Pires Monteiro, Professor Adjunto da ESEG.

** Assistente do 1º Trínio na ESEG.

A estruturação espacial

Concepções de espaço e construção dos esquemas
espaciais

Lateralidade

O ambiente LOGO e a estruturação espacial

A segunda parte deste estudo - prática e conclusões - e a bibliografia, serão publicadas no próximo número de *Educação e Tecnologia*.

Educação e Novas Tecnologias

A civilização mundial percorre caminhos que cada vez mais levam o homem a transcender-se nas suas contínuas descobertas. A reputada revista *Newsweek* apresenta como tema de capa, numa das suas edições de Abril de 1992, aquilo que designa por "*feiticetros digitais*", considerando que a revolução emergente no consumo de alta tecnologia está a mudar a maneira como vivemos e trabalhamos.

A Escola, como elemento modelador e condicionador do desenvolvimento social, não pode permitir ser ela modelada ao ponto de andar a reboque dos avanços de uma ciência sem consciência. Como refere Ponte (1992), "as novas tecnologias desempenham um papel cada vez mais significativo em todas as esferas da actividade humana, constituindo verdadeiros 'amplificadores conceptuais', que estendem as nossas capacidades de pensamento e de acção. Para tirar delas o melhor partido, é necessário da parte dos seus utilizadores uma grande flexibilidade intelectual." (p. 5). Torna-se necessário que a Escola enquadre a tecnologia e desenvolva um espírito crítico e responsável em relação aos avanços tecnológicos. Precisamos de uma ciência com consciência na linha de Morin (1982), Popper (1987) e Santos (1990). Nesse sentido a escola deve subjugar as novas possibilidades à formação integrada do indivíduo.

A mudança é tão rápida que constantemente somos surpreendidos com novas descobertas. Os desenvolvimentos a nível da Inteligência Artificial sugerem coisas que chegamos a imaginar-nos num cenário em que de manipuladores passamos a marionetas manipuladas pela própria tecnologia. "Máquinas como o HAL - o computador em "2001" que podia conversar com o seu mestre humano - são ciência ficção, certo? Talvez não." (Schwartz, 1992, p. 44).

Que escola poderá absorver e controlar todo este manancial

tecnológico?¹ Certamente uma escola que não volte costas à vida mas que cultive um ideal humanista e uma aprendizagem de base cognitivista. Uma escola atenta à mudança e constantemente disposta a mudar sem nunca perder o objectivo primordial que é o homem.

O conceito de aprendizagem tem acompanhado o conhecimento que o homem vai tendo de si e do meio que o rodeia. Assim, no começo a aprendizagem seguia um processo natural. Aprendia-se por imitação e na sequência de necessidades. Talvez isto explique o facto de as sociedades ditas primitivas actuais serem aquelas que melhor preservam os seus valores, ao contrário das sociedades ditas desenvolvidas ou de terceira vaga, que mais facilmente os adaptam a situações novas (Abbagnano & Visalberghi, 1957).

Em termos científicos, diferentes conceitos de aprendizagem estão na base de diferentes teorias de aprendizagem. Se quiséssemos fazer uma análise exaustiva das mesmas, certamente nunca encontraríamos o fim, quer pelo próprio dinamismo que estes conceitos vão tomando, quer pelas ramificações que poderemos encontrar numa sistematização que se pretenda minimamente significativa. Vamos saltar sobre as teorias behavioristas e debruçar-nos sobre as linhas gerais das teorias cognitivistas, pois nestas se enquadram os fundamentos de LOGO.

Um dos vultos desta teoria é Piaget. Segundo ele, a escola, enquanto ensino formal, não pode dissociar-se das experiências naturais, devendo os tópicos a aprender estar de acordo com o desenvolvimento da criança. Por outro lado, o modo como a aprendizagem é feita tem que ser relevante para a criança, deve estar de acordo com os seus interesses e expectativas.

A teoria de Piaget sobre o desenvolvimento da inteligência apresenta, como é sabido, uma tripla dimensão: biológica, interaccionista e construtivista.

A dimensão biológica aparece claramente explicitada no modo como Piaget (1974) define a inteligência no que respeita à natureza do seu funcionamento. Na verdade, em termos funcionais a inteligência é concebida como uma extensão de determinadas características biológicas. A inteligência, analogamente à vida, é adaptação e esta "é um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação" (p. 17).

A perspectiva epistemológica da teoria piagetiana acerca do

1 - "O desenvolvimento da Escola como organização moderna e eficaz implica necessariamente tirar partido dos instrumentos da tecnologia contemporânea, em especial daqueles que tratam a primeira matéria-prima da civilização actual, a informação." (Tavares, 1992, p. 3).

conhecimento é de natureza interaccionista, isto é, ele não se encontra pré-formado no sujeito ou no objecto, mas constrói-se na interacção dos dois.

A teoria piagetiana é também de natureza construtivista porque considera que as diferentes estruturas cognitivas e o próprio conhecimento resultam duma construção contínua por parte de um sujeito em permanente interacção com o seu meio.

Para explicar os processos do conhecimento, Piaget aponta como factores determinantes: o crescimento orgânico e a maturação do sistema nervoso e sistemas endócrinos, o exercício e a experiência adquirida na acção com os objectos, a interacção e transmissão sociais e finalmente a equilibração. No modelo piagetiano da equilibração desempenham papel importante os desequilíbrios e o processo de reequilbração (no sentido de uma equilibração majorante) que o autor considera como fonte de progresso e de conhecimento.

No que respeita à aprendizagem, podemos afirmar que para Piaget se trata de um processo normal, harmónico e progressivo de exploração, descoberta e reorganização mental, em busca da equilibração da personalidade.

Salientamos que na base da linguagem LOGO se encontra subjacente a epistemologia genética piagetiana. Mais à frente retomaremos este tema, quando analisarmos de modo mais explícito as concepções de Papert.

Numa altura em que se fala tanto em reforma educativa e nos meios para tornar essa reforma efectiva, não será demais referir o papel que os computadores podem desempenhar como meios auxiliares de ensino.

No processo de mudança educativa que se preconiza para o novo século, há que procurar os "porteiros" capazes de abrir essa porta. E no caso da educação os porteiros são os professores. Não basta introduzir uns quantos computadores numa escola para que a mesma passe a ser uma escola moderna. A mudança educativa passa antes de mais pela mudança das práticas², sem esquecer que, no caso presente, o computador pode ser um factor facilitador dessa mudança (Ponte, 1986; Eraut & Pearce, 1990; Pissarra, 1991; Baron, 1992; De Corte, 1992; Monteiro, 1992; Teodoro, 1992 a).

Antes de tudo é preciso proporcionar aos professores uma formação adequada, pois já ninguém discute se se devem introduzir ou não os computadores na escola. Interessa antes de

2 - A este respeito, Teodoro (1992 a) considera que a introdução das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), não pode ser considerada só uma mudança tecnológica. Não se trata de substituir uns meios por outros. Essa introdução "pode estar associada à mudança do modo como se aprende, à mudança das formas de interacção entre quem aprende e quem ensina, à mudança do modo como se reflecte sobre a natureza do conhecimento" (p. 10).

mais descobrir formas criativas de fazer com que a sua utilização resulte numa efectiva mudança do acto educativo.

A utilização dos computadores não resulta numa escola de tipo tradicional e nem é preciso dispor de computadores para tornar o ambiente de aprendizagem livre, criativo e de construção pessoal. Frequentemente se coloca a ênfase na tecnologia, erradamente pensamos nós, e "como consequência, não se consciencializou suficientemente que as Novas Tecnologias de Informação *de per si* não podem ser um veículo para a aquisição de conhecimentos, capacidades e atitudes, mas têm de estar integradas em potentes ambientes de ensino-aprendizagem, ou seja, situações que elicitam no aluno os processos de aprendizagem necessários para atingir os objectivos educacionais desejados" (De Corte, 1992, p. 90).

Os computadores poderão ajudar, mas uma das grandes alavancas de todo o processo é a formação de professores. Parece existir a ideia de que só com a renovação de gerações a questão será resolvida. Reconhece-se também que a mudança de mentalidades é muito difícil e que a formação de professores³ terá que ser muito bem dimensionada.

A OCDE (1991) enuncia três níveis de saber e de competências que os professores devem dominar no âmbito da utilização de computadores e outros meios informáticos:

- . conhecimento do equipamento;
- . competência na utilização do software - conhecimento de programas de aplicação e/ou programas educativos;
- . competência na utilização do computador e do software numa vertente pedagógica.

É no terceiro nível que reside o problema essencial que tem a ver "com a estrutura da escola, com toda a dinâmica que o professor consegue gerar na turma, com as relações que se estabelecem entre os interventores no processo educativo e entre estes e o saber" (Gomes & Pissarra, 1991, 33).

A utilização do computador na escola tem uma longa história vivida num tempo relativamente curto das últimas décadas. Vamos saltar sobre as primeiras formas de utilização (alfabetização informática, programação, o computador como

3 - A este propósito e num âmbito mais geral de formação contínua, escreve Raimundo (1991): "a formação contínua dos professores deverá ter como objectivo ajudar os professores a vencer e ultrapassar as dificuldades decorrentes do progresso científico e tecnológico, e das transformações sociais" (p. 269).

Num meio tão complexo como o da educação, em que existe a complexidade acrescida da tecnologia, "a formação e a inovação não podem ser resultado de reciclagens fortuitas ou precárias" (*idem*, p. 271).

explicador) e referir somente o computador como "ferramenta" e como "explicando".

Quando o aluno se serve do computador para executar tarefas com um programa de processamento de texto ou um programa de gestão de bases de dados, é o próprio aluno que comanda o trabalho e decide o que e como quer fazer. Aqui, o computador é uma ferramenta para as mãos e para a cabeça - *intellectual tool*. Mas o aluno pode ir mais além no domínio sobre a máquina. Pode ser o aluno a "explicar" coisas ao computador e, assim, este é simplesmente um "explicando".

A prática de LOGO é um modo feliz de utilizar o computador como ferramenta e como explicando. O facto de ser o aluno a comandar o computador, pode ter grandes implicações a nível psicopedagógico e faz-nos entrar em ambientes de aprendizagem defendidos pela Escola Nova.

Pensamos ser de suma importância a investigação sobre o impacto das tecnologias da informação na educação, de modo a encontrar formas válidas de responder ao desafio que elas representam face à sua inserção na sociedade. Verifica-se, no entanto, que até agora a investigação em educação não tem sido muito apoiada, ela é vista como o parente pobre das ciências humanas, este mesmo um parente pobre da actividade científica (Ponte, 1991 a). Este facto pode ser verificado pela exclusão das ciências da educação do programa Ciência e pela exclusão da investigação do programa PRODEP (Nóvoa, 1991).

Acreditamos que a tendência actual poderá ser invertida a bem da educação.

A Linguagem LOGO

A filosofia do LOGO

Que é, afinal, a linguagem LOGO?

"Trata-se de uma Linguagem informática criada para a educação, a partir dos anos 70, por uma equipa do M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) dirigida por Seymour Papert, discípulo de Jean Piaget, e Marvin Minsky. Do grego logos (palavra), encerra três tipos de conceitos:

logo — razão,

logo — linguagem

e **logo** — cálculo." (Patrocínio & Carvalho, 1990, p. 77).

Face ao panorama educativo actual e aos cenários de utilização de computadores em contexto pedagógico, torna-se urgente questionar o acto educativo nos seus vários aspectos. Foi todo esse conjunto de questões que Seymour Papert e sua equipa do M.I.T. trouxeram para a ribalta ao desenvolverem o Projecto LOGO.

Com o seu livro *Mindstorms*, Papert (1980) procura dar uma "pedrada no charco" do marasmo em que se encontra o ensino. As questões que levanta e os problemas que foca ultrapassam muito a questão da utilização de computadores e do LOGO em contexto educativo, e centram-se no valor da escola actual.

Segundo Clements (1985, cit. por Matos, 1988 a), o desenvolvimento da linguagem de programação LOGO por Papert e a sua equipa, foi norteado por três princípios:

- Esta linguagem deve ser coerente com os conhecimentos do utilizador e permitir o prolongamento, por continuidade, desses conhecimentos.
- Deve permitir o desenvolvimento de actividades e projectos que sem ela não seriam possíveis.
- Deve ser útil e fazer sentido num contexto social bastante lato, permitindo "ressonância cultural".

Contrariamente a outras formas de utilização do computador nas quais este "programa" a criança, quando se fala de LOGO deve sublinhar-se que é a criança que programa o computador, tendo que se colocar na posição de pensador sobre o seu próprio modo de pensar. "Na minha perspectiva, a criança programa o computador e, ao fazê-lo, adquire o sentido de poder sobre uma máquina da mais moderna e poderosa tecnologia e estabelece um contacto íntimo com algumas das ideias mais fortes da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais." (Papert, cit. por Simonson e Thompson, 1990, 285).

A prática de LOGO faz do computador uma ferramenta poderosa e pode propiciar, na escola, momentos de actividade à luz da teoria construtivista/interaccionista de Piaget. Nesta linguagem estão presentes alguns princípios e ideias-chave da epistemologia piagetiana como sejam: a aprendizagem com a tartaruga é construtivista; ao dar ordens à tartaruga, o sujeito está construindo o seu edifício intelectual, a aprendizagem com o LOGO é interactiva; verifica-se um conjunto de interacções entre o sujeito e o objecto "to think with" e, finalmente, no LOGO o erro adquire um estatuto positivo.

As referências de Papert à epistemologia piagetiana são uma constante. Ao criticar (1987 a) o tecnocentrismo, considera que a palavra de Piaget *egocentrismo*, significa que todas as questões são referidas para o ego. "Tecnocentrismo é a falácia de colocar todas as questões na tecnologia" (p. 3). Refere-se, depois, ao *construcionismo*, considerando que é um termo composto de duas palavras. É uma teoria psicológica de que começou por

aprender a gostar a partir de Piaget, mas que descobriu em Vygotsky e outros teóricos que consideram que o conhecimento não se transmite como a informação num *pipe-line*. "*Construtivismo* é a ideia de que o conhecimento é qualquer coisa que cada um constrói na sua mente. *Construcionismo* recorda-nos que o melhor caminho para fazer isso é construir algo tangível — qualquer coisa fora da nossa cabeça" (*Idem*, pp. 13-14).

A raiz piagetiana do LOGO é referida por Larivée e Michaud (1980), ao considerarem que a teoria de Piaget deu origem a muitas pesquisas e intuições muito diversas; uma das intuições mais fecundas, ultimamente, é a ligação entre os conceitos da cibernética e os do desenvolvimento da inteligência.

Apesar das fortes raízes piagetianas do LOGO, o seu principal criador apresenta aspectos discordantes em relação à teoria de Piaget, nomeadamente à menor relação do desenvolvimento com a aprendizagem, manifestada na teoria dos estádios. Para Papert, essas barreiras podem ser ultrapassadas através de aprendizagens estimulantes.

Por outro lado Vygotsky (1978, cit. por Lewis, 1992) fala daquilo que considera a *zona próxima do desenvolvimento*, o qual pode ser motivado pela aprendizagem. Assim, a orientação da aprendizagem para a zona próxima do desenvolvimento torna-se um processo dinâmico que origina progressos num processo dinâmico como é o da aprendizagem.

Pensamos que aquele princípio está implícito na filosofia do LOGO; tudo é possível, depende das "ideias poderosas".

Em LOGO, o processo importa mais que o produto. Se a criança não acertou à primeira vez, o que importa é que seja ela própria a ultrapassar o "bug", o obstáculo.

Esta itinerância é referida por Morin (1982), embora noutro contexto, considerando que a busca da verdade só pode fazer-se pela errância e pela itinerância. No fundo o LOGO permite este processo de constante procura da *resolução correcta dos problemas*.

É significativa, para dar uma ideia fiel da filosofia do LOGO, uma frase de Papert (1980): "*O escândalo da educação é que cada vez que se ensina qualquer coisa a uma criança se priva essa criança da oportunidade de a aprender*" (p. 20).

Ambiente de Aprendizagem criado pela utilização do LOGO

A comunidade educativa portuguesa tem aceiteado de uma forma mais ou menos generalizada as teorias de Papert em relação à utilização de computadores em educação, nomeadamente a nível das pessoas mais directamente

envolvidas nesta problemática. No entanto a sua utilização depende de vários factores que de modo algum podem ser ignorados.

Por exemplo De Corte (1992) refere que o mesmo ambiente de aprendizagem por computador pode produzir nas crianças actividades de aprendizagem muito diferentes. Um estudo de Zelman (1985), referido por De Corte (1992), "comparou as actividades das crianças com LOGO, que diferiam na sua concepção de inteligência (...) concepção de inteligência como objecto estático versus inteligência como capacidade que se pode desenvolver. Aqueles que têm uma visão estática não despenderam muito esforço na aprendizagem de LOGO e, embora não esperassem atingir um grau de êxito assinalável, esperavam contudo que os professores lhes dessem muito apoio; o oposto foi verdadeiro para os 'desenvolvimentistas.'" (p. 95).

Também a metodologia adoptada na utilização do LOGO pode influenciar significativamente os resultados obtidos pelos alunos. Pensamos nós residir aqui um dos grandes entraves à utilização correcta do LOGO. Discordamos também da perspectiva de Papert em relação ao grau de liberdade que dá ao aluno no desenvolvimento das suas tarefas, até porque não explica muito bem em que circunstâncias e como se dará o apoio do professor. Por exemplo em relação à interacção social, De Corte (1992) escreve que "a aprendizagem cooperativa em pequenos grupos pode ter uma influência bastante positiva na aquisição de conhecimentos e de capacidades cognitivas" (p. 100).

Em relação aos resultados cognitivos, Baron (1992) refere as conclusões de estudos levados a cabo por Pea & Kurland (1984) sobre a transferência de capacidades cognitivas de alto nível em crianças que aprenderam LOGO, tendo concluído pela ausência de transferência. Estudos mais recentes de De Corte e a sugestão em relação à aprendizagem cooperativa indicam o contrário quando se verificarem determinadas condições "dentre as quais o treino dos alunos para efectuar transferências cognitivas" (De Corte & Verschaffel, 1986; De Corte, 1989, cit. por Baron, 1992, p. 169).

A potencialidade do LOGO para a iniciação à programação é valorizada por vários autores (Papert, 1980; Clements, 1984; Marshall, 1985, cits por Matos, 1988) segundo os quais o LOGO é neste momento a linguagem mais adequada para uma iniciação em actividades de programação no ensino primário.

Importa referir o entusiasmo criado nas crianças pela chegada de uma nova amiga, a tartaruga. A afectividade que se cria com aquele ser luminoso que está no solo ou no ecrã, produz efeitos que ultrapassam em muito o "simples" conhecimento matemático. Os projectos desenvolvidos por crianças das mais diversas idades demonstram bem o poder do LOGO como instrumento de trabalho e objecto para aprender a pensar.

Como refere Papert (1976), uma das ideias-chave é criar um ambiente no qual acções interessantes podem ser produzidas usando linguagem matemática "to talk to" e "to teach a computer". O criador do LOGO faz mesmo uma analogia entre a aprendizagem com a tartaruga e a aprendizagem da dança, dançando, confrontando-as com a aprendizagem de papel e lápis para fazer "contas" e a aprendizagem da dança por memória e diagramas dos diferentes passos da dança (*idem*). O mesmo autor serve-se do modelo piagetiano da aquisição da linguagem, salientando que a criança adquire a linguagem naturalmente; refere também a teoria de Chomsky que considera a linguagem como essencialmente inata, contrapondo que ela depende sobretudo da natureza da aprendizagem (Papert, 1976). A mesma perspectiva é defendida para uma aprendizagem natural da matemática.

Papert (1987 b) explica alguns pressupostos teóricos que o conduziram à concepção do ambiente LOGO, que acredita rico em "sementes" culturais propiciadoras da aprendizagem nas crianças. Faz a analogia do ambiente de trabalho com as tartarugas e o brincar com água e barro para fazer "tortas". "Para isso concebi "tartarugas" cibernéticas que, controladas por computador, deixam "rasto" ao deslocar-se, possibilitando a execução de desenhos. (...) Com a tartaruga, a criança aprende determinados conceitos de forma natural" (p. 19).

Este modo de ver a aprendizagem mediatizada pelos computadores é salientado por Solomon (1986) ao referir-se à perspectiva papertiana do computador. Papert "vê o computador como um meio para criar novas condições de aprendizagem e novas coisas para aprender. Ele enquadra o computador como uma 'matelândia', na qual o computador se torna um instrumento para a criança comunicar em matemática acerca das suas experiências do dia-a-dia e assim a criança aprende matemática naturalmente como aprende a falar. Papert designa o LOGO como a linguagem para aprender. Desenvolveu a tartaruga, uma entidade matemática, com a qual as crianças se podem identificar e desenvolver uma relação pessoal" (p. 103).

A tartaruga, ao receber ordens, desenha linhas. Essas ordens têm que ser dadas em linguagem que ela entenda: linguagem matemática. Ao elaborar essa sequência de instruções, a criança está a programar, a ensinar a tartaruga.

Quando a criança quer desenhar um quadrado, ela depressa descobre por ensaio/erro que, se escrever VD 90 (virar à direita), a tartaruga roda um ângulo recto. Se combinar a orientação com o deslocamento PF n (para a frente em que n representa o número de passos que a tartaruga dá), obterá segmentos de recta através dos quais acabará por descobrir um quadrado.

Alguns dos mais cépticos dirão que a criança pode desenhar numa folha de papel um quadrado ou um rectângulo de forma satisfatória e atractiva. Mas, programando a tartaruga para esta fazer um quadrado, a criança aprendeu, a um nível intuitivo, alguma geometria euclídiana. Apercebeu-se de que o número 90 está, de alguma forma, associado a uma viragem de um ângulo recto; que precisamente quatro dessas viragens põem a tartaruga na posição inicial; que, para "fechar" a figura, os lados têm de ser iguais ou que "o de cima" tem de ter o mesmo comprimento que "o de baixo". Eventualmente poderá ter adquirido a noção de que um quadrado é um rectângulo em que todos os lados têm o mesmo comprimento. Assim que souber desenhar um quadrado, certamente quererá fazer outras experiências e desenvolverá novos projectos, criando, assim, de forma natural, uma relação de desafio com a matemática em geral e com a geometria em particular.

Provavelmente questionar-se-á como há-de ensinar a tartaruga a fazer uma circunferência. Concluirá, também provavelmente, que esta é o limite para que tende um polígono quando aumenta indefinidamente o número de lados.

A criança deve ser motivada a fazer o "papel" da tartaruga. Deste modo a identificação entre a execução daquela e a da tartaruga é muito maior que aquela que há entre ela e o desenho no papel.

A criança, ao descrever uma circunferência andando na sala, facilmente traduziria isso para linguagem de tartaruga (*computador off*) e seria capaz de a programar para fazer uma circunferência:

andar um pouco para a frente, virar um pouco à direita, ... o que se traduziria em, por exemplo:

repete 180[*pf* 1 *vd* 2]

ou

repete 360[*pf* 1 *vd* 1]

o que daria uma circunferência mais perfeita.

Este modo simples e intuitivo de aprender matemática é muito mais produtivo, pelo seu carácter pessoal e experimentalista, que a aprendizagem abstracta de papel e lápis. "A maior parte do nosso conhecimento geométrico é adquirido quando começamos a andar e a orientar-nos no espaço." (Papert, 1987 b, p. 20).

Aprender matemática assim, vem ao encontro da esquematização apresentada por Mialaret (1975) que refere dois pólos entre os quais podem oscilar os métodos ao nível da iniciação: um método de feição dedutiva ou um método que designa "psicológico porque parte das relações da criança com o seu meio, isto é, um método que tem em conta a sua experiência real e a orienta para uma matematização progressiva" (p. 31).

Não será difícil enquadrar a prática de LOGO no segundo caso. O LOGO permite que seja a criança, não sozinha mas com a colaboração do professor, a construir o seu próprio edifício matemático.

A tartaruga, como entidade fundamental da geometria de LOGO, o objecto "to think with", possui determinadas características: é dinâmica, possui uma posição, uma orientação e um lápis. Através dela a criança pode projectar o seu conhecimento e desenvolvê-lo e isso é fundamental na estruturação espacial. "A geometria da tartaruga é um estilo diferente de geometria, da mesma forma que o estilo axiomático de Euclides é bem diferente do estilo analítico de Descartes. O de Euclides é lógico, o de Descartes é algébrico. A geometria da tartaruga é um estilo computacional de geometria." (Papert, 1980, p. 77).

Segundo Thom (1976), quando um objecto se encontra à nossa frente, existem três modos de projectar nele o nosso próprio esquema corporal: por translação, por rotação em volta de um eixo vertical, por simetria (reflexão) em relação a um espelho fictício que nos separa do objecto.

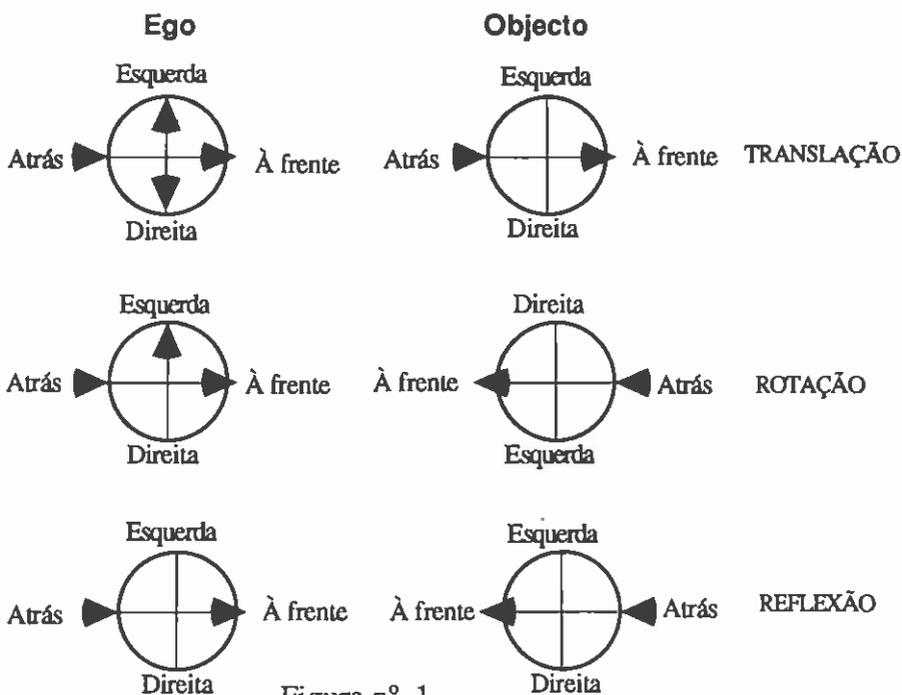


Figura nº 1

Identificação do esquema corporal (ego) com o objecto

(Thom, 1976, p. 12)

Estas relações com os objectos são, de algum modo, transpostas para a geometria da tartaruga, através do *objecto* tartaruga.

A geometria da tartaruga pode levar-nos a pensar em Matemática e matemafobia.

Apesar de a Matemática ser considerada a disciplina mais simples na classificação das ciências de A. Comte, ela não se revela, do ponto de vista pedagógico, a mais fácil. Ela é uma das disciplinas que regista maior número de insucessos e provoca nos alunos medo que se reflecte na procura de cursos onde ela não esteja presente.

Um estudo de Bidarra (1982) procura algumas respostas para a variabilidade dos resultados em Matemática, nomeadamente saber se ela depende da (in)aptidão intelectual ou também, um aspecto que a autora considera fundamental, e com o qual nós concordamos, da motivação⁴ para a disciplina. Na análise dos resultados a autora considerou "que a aptidão intelectual não explica totalmente a variabilidade dos resultados escolares obtidos na disciplina de Matemática, podendo estas variáveis estar correlacionadas positiva e significativamente" (p. 366).

Estes resultados estão de acordo com a apreciação que Papert (1980) faz da matemafobia e das suas causas ao propor actividades motivadoras, baseadas em modelos heurísticos (1991), como elemento fundamental na aprendizagem, referindo LOGO como um bom modo de conseguir esse objectivo.

O LOGO pode contribuir para criar ambientes⁵ onde a criança aprenda a aprender e desenvolva esse processo de uma forma experiencial e não com fórmulas abstractas que nada lhe dizem. Com o LOGO as fórmulas surgem pela necessidade de resolver problemas e não o inverso. "O mais importante não é fornecer às crianças este ou aquele sistema de axiomas, mas fazer nascer em cada uma delas a necessidade de um sistema axiomático." (Mialaret, 1975, 33). A capacidade do LOGO na Matemática é posta de manifesto por Nunes, Ponte e Veloso (1991), ao referirem um conjunto de estudos de caso sobre a utilização de computadores no ensino da Matemática. Vários dos citados estudos tiveram como suporte lógico a linguagem LOGO, nomeadamente para a criação de micromundos de aprendizagem.

4 - A este aspecto se refere Papert (1991) ao salientar que "a 'motivação' não é suficiente para distinguir entre trabalho alienante com vista a uma recompensa material ou social e um verdadeiro envolvimento pessoal" (p. 31).

5 - Um estudo de Matos (1991), dá conta do entusiasmo com que alunos do 8º ano, vistos como fracos e "perdidos", se envolveram em actividades de investigação com o LOGO, mostrando uma atitude positiva.

O poder da tecnologia informática e os projectos nela inspirados, são realçados por Fey (1991) considerando que eles constituem a maior força que actua presentemente na educação matemática. No mesmo sentido se manifesta o NCTM - National Council of Theachers of Mathematics (1991), ao considerar que "as novas tecnologias não só tornaram o cálculo mais rigoroso e o traçado de gráficos mais simples, como mudaram a própria natureza dos problemas que são importantes em matemática e os métodos que os matemáticos usam para os investigar"⁶ (p. 9).

O aspecto da aprendizagem matemática é realçado por Mialaret, confirmando a ideia de que a matemática, tal como o LOGO, acrescentamos nós, não constitui um fim em si mas um meio, o que fica reforçado pelos objectivos que considera - "... o ensino da Matemática Elementar deve visar três objectivos: fornecer ao aluno um instrumento de trabalho, desenvolver a sua formação intelectual e adaptá-lo à vida" (Mialaret, 1975, p. 19).

A importância da Matemática na formação intelectual é reforçada pelo mesmo autor que se serve da antiguidade clássica para realçar o seu papel nos nossos dias "*Que ninguém entre aqui se não é geómetra*" (deve entender-se geómetra com o significado de matemático), dizia Platão e, nos nossos dias, não podemos conceber uma educação, uma formação digna deste nome se não englobarem uma parte, cada vez maior, de estudos de Matemática. Não se trata de formar matemáticos de profissão" (*Idem*, p. 21).

O papel da Matemática como condição fundamental para uma preparação para a vida, é reforçado por Mialaret, quer através dos próprios conhecimentos matemáticos em si, quer através da estruturação intelectual que a Matemática pressupõe. "Os conceitos de número, de operação, de verdade matemática, de razão, de proporcionalidade, fazem parte da bagagem intelectual do homem moderno. Uma formação matemática habitua também os alunos a ultrapassarem a realidade concreta para a traduzirem por uma nova e apurada linguagem, mais abstracta, mas que faz desvendar afinidades entre situações na aparência muito afastadas umas das outras." (*Idem*, p. 22).

A utilização de computadores em geral e do LOGO em particular na aprendizagem da Matemática, pode trazer outro modo de olhar sobre uma disciplina que parecia ter perdido as suas raízes na realidade.

Como refere Fiolhais (1992), "existe uma nova Matemática — a Matemática experimental — que recorre ao computador e

6 - No entanto, não devemos pôr a tónica na tecnologia ou mesmo na ferramenta LOGO; o mais importante não é o que o computador faz à criança, mas o que esta faz com o computador. Como refere Papert (1987 a), "quando falamos de computadores na educação, não devemos pensar numa máquina que produz um efeito. Devemos falar acerca da oportunidade que nos é fornecida, pela presença do computador, para repensar o que é a aprendizagem, para repensar a educação" (p. 2). O autor critica desse modo o *tecnocentrismo*.

encontra nele a sua razão de ser" (p. 191). Contudo, é preciso contextualizar a aprendizagem e, como escreve o autor citado, "mais que discutir a natureza da computação, importa pois ver o que já foi conseguido e o que se pode ainda conseguir em processos de computação da natureza. A Matemática que se terá iniciado com a necessidade prática dos processos de contagem, transformou-se depois num corpo abstracto. A Matemática pode hoje ser vista como uma *ciência dos padrões* e do *reconhecimento de padrões*: O computador serve para regressar à heurística e à visualização" (*Idem*, p. 194).

A utilização do LOGO permite uma teia de relações entre as pessoas, o saber e os objectos, no sentido que refere o NCTM (1991) para a aprendizagem da matemática, a qual deve constar de oportunidades para: "trabalho de projecto adequado; propostas para trabalho individual e em grupo; discussão entre o professor e os alunos e entre os alunos; prática de métodos matemáticos; exposição pelo professor" (p. 12).

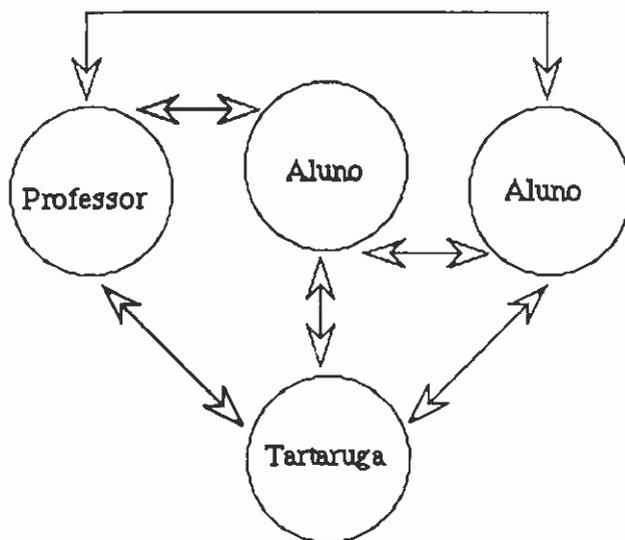


Figura nº 2
Relações em ambiente LOGO

Existem explicações que indicam o facto de razões culturais poderem afastar dos computadores tanto alunas como professoras (Ball et al., 1991); considera-se também que as expectativas dos professores são transmitidas de uma forma directa ou de uma forma subtil. É, portanto, de primordial

importância a atitude do professor em relação aos alunos: "uma das implicações mais claras da investigação feita recentemente, na utilização do LOGO e não só, é que o professor é uma peça essencial em qualquer ambiente de aprendizagem com computadores" (p. 95).

Segundo Papert (1980), aprende-se por interação com o meio, essencialmente por um processo de imitação e experimentação. Ambientes estimulantes e interactivos criam na criança um processo de desenvolvimento mental construtivista. Os micromundos de aprendizagem podem ajudar na criação desses ambientes. Consciente disso, Papert sugere a criação de micromundos com base no computador, que permitam o isolar de um problema e favoreçam a aprendizagem.

O mesmo autor (1984) considera três modos de utilização de computadores: como tutoriais, como ferramentas e, de uma forma que considera inovadora, como micromundos. Acrescenta que outros usos do computador poderão ter o seu papel, mas não irão revolucionar a educação. No mesmo artigo, refere o micromundo da tartaruga LOGO como um pedaço da realidade. Defende os micromundos como o conceito revolucionário que irá alterar a ideia de currículo.

Os micromundos permitirão testar hipóteses e levantar novas hipóteses. Esta possibilidade é bem ilustrada por Matos (1988 b), com o problema do Conde de Buffon, ao referir a capacidade dos computadores em fazer tantos ensaios quantos os necessários, simulando os acontecimentos. Com os computadores em geral, e o LOGO em particular, pode fazer-se de forma agradável para a criança uma abordagem às probabilidades⁷.

O conceito de micromundo é bastante indefinido, podendo encontrar-se micromundos de aprendizagem em vários aspectos. Há quem considere que o próprio trabalho com computadores constitui em si um micromundo. Nessa perspectiva, "um poderoso ambiente de trabalho por computador caracteriza-se, por um lado, por um correcto equilíbrio entre a aprendizagem pela descoberta e exploração pessoal e, por outro lado, pela instrução e apoio sistemático, tendo sempre em consideração as diferenças individuais, necessidades e motivação dos alunos" (De Corte, 1992, p. 96).

Vejamus através de um exemplo o seu significado. Crianças que lidam com dinheiro, facilmente executam cálculos sobre somas de dinheiro. Para uma criança dessas não é difícil dizer com quanto dinheiro fica se tiver cinquenta escudos e lhe derem

7 - A iniciação à Estatística e Probabilidades neste nível de ensino é recomendada pelo NCTM (1991).

mais vinte cinco escudos. Isto acontece mesmo quando a criança tem dificuldades em resolver o problema formulado em termos aritméticos (50+25). Pode dizer-se que a criança está enquadrada num micromundo onde se lida com dinheiro (comerciantes)⁸.

Para Papert, os currículos deveriam ser divididos em problemas, ligados aos quais estariam diferentes micromundos. Papert refere os micromundos como incubadoras de inteligência. Às caixas negras (*black box*) que constituem a maior parte das matérias, contrapõe ele caixas transparentes (*glass box*), que o LOGO constitui em geral e os micromundos em particular. Estes permitem desenvolver teorias e testar hipóteses, podendo ter acesso aos fundamentos de estruturação da ferramenta que o micromundo constitui⁹. "Ao invés de sufocar a criatividade da criança, a solução é criar um ambiente intelectual menos dominado pelo critério de falso e verdadeiro como acontece na escola. (...) os micromundos são esses ambientes." (Papert, 1980, 163). Escreve De Corte (1992): "Os micromundos e as simulações oferecem uma ampla oportunidade para a exploração de problemas novos, hipóteses, métodos e estratégias em ambientes que imitam situações e tarefas da vida real" (p. 109).

Em LOGO, o termo *micromundo* é geralmente usado para descrever um ambiente de aprendizagem perfeitamente limitado e com um problema concreto, onde acontecem "ideias poderosas". "Um micromundo não pode ser caracterizado isoladamente do aluno, do professor e da situação de aprendizagem. As actividades nele desenvolvidas são moldadas pelas experiências e intuições anteriores dos alunos¹⁰ e pelos objectivos e expectativas do

8 - A importância da relação que há entre a realidade e a aprendizagem é igualmente realçada por um estudo de Carraher e Schliemann (1985) referido por De Corte (1992); estes "mostraram que as crianças brasileiras eram hábeis, rápidas e precisas quando calculavam quanto tinha de se pagar por um determinado número de rebuçados e que, para isso, utilizavam uma série de estratégias informais inventadas por elas. No entanto, quando depois, na escola, lhes eram apresentados problemas isomorfos e formais, faziam mais erros. Estas conclusões apontam para a necessidade de focalizar os processos de aprendizagem em situações mais realistas" (p. 100). Em resumo, acrescenta o mesmo autor, "pode dizer-se que a aprendizagem escolar é em geral descontextualizada, enquanto que as verdadeiras actividades cognitivas e a aprendizagem ocorrem num determinado contexto" (*Idem*, p. 101). Pensamos nós que os micromundos podem devolver esse contexto à aprendizagem, bem como adaptar-se às necessidades dos alunos.

9 - Uma recolha de estudos sobre a utilização de computadores no ensino das ciências (Blansdorf e Frey, 1987), apresenta um trabalho de Koschwitz e Wedekind, onde é realçada esta capacidade do LOGO em comparação com outras linguagens. "Uma desvantagem óbvia dos programas está no facto de serem sistemas fechados. Os professores são normalmente impedidos de adaptar os programas às suas necessidades específicas, tanto por códigos ocultos nos programas, como pela complexidade dos próprios programas (...) em muitos casos os sistemas de construção de modelos ou os programas de aplicação genéricos fornecem uma solução que envolve somente uma quantidade aceitável de tempo e trabalho." (Koschwitz e Wedekind, 1987, p. 53). Os autores referem o facto de a Linguagem LOGO ter sido negligenciada em relação a outras como o BASIC, FORTRAN ou PASCAL, salientando a capacidade gráfica, o conceito de tartaruga e a interacção como campo para aplicações fascinantes no ensino da biologia.

10 - De Corte (1992) realça o papel dos conhecimentos prévios na aprendizagem, como princípio implícito na perspectiva construtivista dos processos de aprendizagem. Refere estudos experimentais (Vosnidau & Brewer, 1987; Dochy, 1988) que mostram como este ponto de vista, geralmente aceite na psicologia cognitiva, se apóia em estudos desse género. Refere, contudo, a falta de validade ecológica desses estudos.

professor." (Matos, 1988 a, p. 30).

Qualquer micromundo deve ter em conta os alunos, os seus ritmos de aprendizagem, o contexto sócio-cultural da escola... Daí a importância do LOGO na implementação de micromundos de aprendizagem, com a facilidade que coloca ao professor na elaboração desses micromundos.

Um estudo de Hoyles, Noss e Sutherland (1990) sobre formação de professores de Matemática com base em computadores, sugere a importância do processo de concepção e avaliação de um micromundo na sala de aula, considerando-o de suma importância no sentido de encorajar os professores a reflectir sobre as concepções dos alunos e a ponderar o potencial da integração do computador no currículo. Deste modo, a própria concepção do micromundo por parte do professor constitui um óptimo acto de investigação e consciencialização psicopedagógica e é mais um aspecto a ter em conta nas potencialidades do LOGO, com o qual o referido programa de formação tinha contado.

Para dominar a construção de micromundos, o professor precisa de competências a vários níveis:

- . a componente técnica que no caso se refere ao LOGO;
- . o contexto que indica onde e com que alunos se vai trabalhar;
- . o aluno (relacionado com as experiências anteriores);
- . uma componente pedagógica (o professor assume o papel de orientador, moderador e facilitador da aprendizagem).

Como estes aspectos estão intimamente ligados, a falha num deles implicará a falha geral do processo.

A prática de LOGO implica conhecimento e compreensão dos princípios gerais da programação com esta linguagem.

LOGO é descendente do LISP — uma das linguagens utilizadas em inteligência artificial, na qual Papert trabalhou — e as suas características são:

1. *Organização com base em procedimentos.* Cada tarefa complexa é decomposta em tarefas mais simples, em pequenos elementos.
2. *Interactividade.* A execução de qualquer procedimento tem uma resposta imediata do computador e os erros podem ser corrigidos de imediato, estabelecendo-se um diálogo com o computador até à resolução final do problema.
3. *Recursividade.* Possibilidade de usar procedimentos que se utilizam a si próprios como subprocedimentos, o que lhe dá a possibilidade de resolver de uma forma fácil e elegante problemas extremamente complexos.
4. *Extensibilidade.* O utilizador pode definir procedimentos que passam a ser entendidos como primitivas da linguagem, o que a torna ilimitada.

5. *Estimulante da investigação.* As variações que se pode fazer nos parâmetros permitem colocar hipóteses que serão testadas pela implementação dessas variações.
6. *Amigável.* A interface que se estabelece com o aluno, quer através da tartaruga, quer através das respostas que esta dá, propicia um ambiente de cumplicidade e interajuda.

Os princípios básicos do LOGO são referidos por Larivée e Michaud (1980), considerando os seguintes: a noção de estado, de procedimento, de "naming", de recursão, de "bug" e de "debugging".

Uma característica muito importante da linguagem LOGO reside no facto de esta se poder adaptar às diversas necessidades, nomeadamente linguísticas; "a disponibilidade, ou construção simples, de primitivas do LOGO na língua nativa permite uma utilização de alto nível desta linguagem de programação" (Koschwitz e Wedekind, 1987, p. 54).

A Estruturação espacial

Concepções de espaço e construção dos esquemas espaciais

O conhecimento do próprio corpo e a sua utilização correcta para a exploração do mundo exterior assumem um papel importante nos sujeitos. Rodrigues (1987) refere os contributos da psiquiatria e da neurologia em relação ao conhecimento do corpo. Estes dois ramos da investigação apresentam dois conceitos diferentes: imagem do corpo e esquema corporal. "O esquema corporal é, normalmente, conotado com uma estrutura neuromotora que permite ao indivíduo estar consciente do seu corpo anatómico, ajustando-o rapidamente às solicitações de situações novas, e desenvolvendo acções de forma adequada, num quadro de referência espaço-temporal dominado pela orientação esquerda-direita; a imagem corporal relaciona-se com a consciência que um indivíduo tem do seu corpo em termos de julgamentos de valor ao nível afectivo." (p. 3). O mesmo autor refere Piaget ao apresentar as etapas em que, segundo ele, se desenvolve o Esquema Corporal. Considera que a partir dos 5 anos a criança inicia uma etapa de diferenciação e análise que lhe dá um melhor conhecimento do seu corpo e a capacidade de se descentrar no outro, salientando que isso pode ser demonstrado pelos resultados em teste de organização direita - esquerda. Sintetiza referindo a dificuldade em traçar uma distinção clara entre esquema corporal e a representação do espaço.

Em relação à noção de espaço, a maioria dos autores opina que ela é "adquirida", forma-se no sujeito, fruto da sua actividade

sobre o mundo exterior e sobre si mesmo. A gênese do conhecimento do corpo e do espaço na criança, segundo Rodrigues (1987), é tratada na literatura em três correntes: a que atribui prioridade ao Esquema Corporal; a que defende a antecipação da organização do espaço e, finalmente, a que faz o encontro daquelas duas noções.

Ao basear-se em Piaget, Tabary (1966, cit. por Rodrigues, 1987) apresenta uma evolução ontogenética em paralelo entre o esquema corporal e a representação do espaço, referindo que na etapa após os seis anos a criança usa sistematicamente as geometrias projectiva e topológica, introduzindo simultaneamente as noções de distância características da geometria métrica. Considera ainda que o progresso nas três geometrias citadas, conjugado com o domínio da noção de direita - esquerda, lhe permitirão avanços significativos.

A maioria dos autores põe a tónica da actividade dos sujeitos na construção da estruturação espacial. Ela resulta das percepções dos nossos órgãos dos sentidos e varia de animal para animal. Segundo Paillard (1974), é vulgar reconhecer que a realidade espacial a que acede o indivíduo resulta fundamentalmente do equipamento sensorial de que é dotado.

Podemos admitir que a organização espacial existe em função de uma referência que é o corpo; "o desenvolvimento do conhecimento do corpo permite projectar no envolvimento orientações básicas (direita, esquerda, cima, baixo, frente, trás) que parecem ser as linhas mestras da apreensão do espaço como estrutura operativa" (Rodrigues, 1987, 47). Daqui se deprende a importância da actividade da criança¹¹ na construção de uma boa estruturação espacial. Toda a recolha de informação pelo sistema orgânico é inseparável das actividades de exploração e de recolha activa que condicionam a escolha e o tratamento posterior dessa informação (Paillard, 1974).

Quanto mais activa e coordenada for a actividade da criança, tanto mais ela criará um universo de estruturas que por sua vez criam novas necessidades e capacidades. "As necessidades em alimentação informativa de um organismo vão evidentemente depender do modo de relação que ele estabelece com o seu meio circundante. Pelo seu equipamento próprio "d'ingesteurs" e pelas suas capacidades de exploração, o organismo aparece como o próprio gerador de um universo informacional que ele ajusta à medida das suas capacidades de assimilação." (Paillard, 1974, p. 9). Depreende-se, desta

11 - Esta importância é realçada por Rodrigues (1987) ao sintetizar a opinião de vários autores, concluindo que: é de suma importância o movimento activo e voluntário, da criança, na construção daquelas noções.

apreciação, o quanto são importantes actividades enriquecedoras de modo a satisfazer as necessidades do individuo, actividades estimulantes da sua capacidade de assimilação.

Geralmente os autores convergem apolando a importância da ideia da actividade da criança na construção dos seus esquemas espaciais. A acção do individuo é determinante na tomada de conhecimento do envolvimento e, na opinião de Vurpillot (1974), ninguém o exprimiu melhor que Piaget: "A intuição do espaço não é uma leitura das propriedades dos objectos, mas sim, desde o princípio, uma acção exercida sobre eles; e é porque esta acção enriquece a realidade física, em vez de dela extrair pura e simplesmente estruturas completamente formadas, que ela a consegue ultrapassar pouco a pouco, até constituir esquemas operatórios susceptíveis de serem formalizados e de funcionarem dedutivamente por si mesmos." (Piaget & Inhelder, 1948, cit. por Vurpillot, 1974, p. 92).

Nesse sentido a capacidade de fazer transformações e interagir com o meio pressupõe uma actividade psicológica. Segundo Vurpillot (1974), não é fácil e claro descrever de uma forma objectiva o que é um objecto físico e, quanto mais se tenta ser rigoroso, mais descobrimos que afinal de contas fazemos apelo à psicologia para definir a física. A experiência psicológica nas relações do individuo com o meio reflecte-se de modo decisivo no seu comportamento, quer ao nível das percepções quer ao cognitivo (Rodrigues, 1987).

É por isso que o conhecimento progressivo do espaço se situa a um nível conceptual e resulta também de relações de linguagem. "Na criança, na sua familiarização progressiva com o espaço dos lugares, convergem duas fontes de conhecimentos diferentes. Uns provêm directamente da actividade da criança, os outros são transmitidos pelo meio envolvente, pela linguagem. O conhecimento directo do espaço pela prática quotidiana da criança é feito principalmente de deslocamentos exploratórios e pela manipulação de objectos. O conhecimento indirecto do espaço transmitido pelo meio envolvente consiste principalmente na denominação dos objectos e dos lugares assim como nas ordens e interditos que a ele se referem (Lurçat, 1976, p. 15). A este propósito se refere, também, Vurpillot (1974) ao considerar que o espaço psicológico não é somente o lugar dos deslocamentos, é também um quadro de pensamento no qual se inserem os dados da experiência e, nessa perspectiva, torna-se representativo e conceptual.

A ideia da realidade psicológica do espaço é realçada por Renzi (1974) como de grande importância para a percepção da realidade. Segundo este autor, uma exploração adequada do espaço constitui a condição básica para que as características

espaciais da realidade possam ser analisadas, integradas, recolhidas e reproduzidas. Sem exploração espacial, não há percepção e falta por isso a própria base do processo de elaboração dos factos espaciais. Apresenta um exemplo que demonstra este princípio dizendo que, se queremos procurar uma chave, exploraremos não somente o espaço à nossa frente, mas também o que está à nossa direita e à nossa esquerda ou detrás de nós, estando conscientes da existência desse espaço, não por estímulos que surgem no nosso campo visual mas por uma representação mental.

Também é de realçar a relação intrínseca que existe entre o espaço e a matemática e, nomeadamente, a geometria. Segundo Vurpillot, quase todas as investigações efectuadas nos últimos 20 anos foram fortemente influenciadas pela obra de Piaget e seus colaboradores. Saliencia duas hipóteses em Piaget: uma das hipóteses directrizes da sua obra é a seguinte: as relações espaciais utilizadas pelo indivíduo podem ser sempre descritas por uma geometria: de entre as geometrias possíveis, a geometria topológica dá melhor conta dos primeiros comportamentos da criança; depois serão as geometrias projectiva e métrica.

Uma segunda hipótese, que aquele autor considera não independente da primeira, será que a um espaço de acção cuja construção será adquirida perto do meio do segundo ano, se acrescentará de seguida um espaço representativo que se elaborará entre os 2 e os 12 anos.

A passagem de uma geometria topológica às geometrias projectiva e euclidiana far-se-á segundo as mesmas etapas, depois da representação ao longo dos períodos pré-operatório e operatório concreto.

Lateralidade

No processo de estruturação espacial, a lateralidade é de extrema importância. Segundo Mendes e Fonseca (1977), a lateralidade é a "predominância da habilidade, da iniciativa e das capacidades funcionais e psicomotoras dum só lado do corpo, correspondendo à assimetria dos hemisférios cerebrais. Preferência de utilização de um dos órgãos ou membros pares, visível na iniciativa de um deles e no auxílio do outro" (p. 339). De um modo mais simplificado, a lateralidade é a dominância funcional, direita ou esquerda, da mão, do olho ou do pé (Vayer, 1976).

O reconhecimento da lateralidade, por parte da criança, aparece relacionado com a aprendizagem progressiva da orientação do corpo no espaço (Lurçat, 1976).

A lateralização emerge progressivamente do conhecimento da lateralidade, primeiro sobre si mesmo, depois sobre outrem.

Conhecer a sua lateralidade e portanto saber que temos uma mão esquerda e uma mão direita, é também, por conseguinte, reconhecê-las (Lurçat, 1976). Para um conhecimento efectivo da lateralidade, aquela autora entende que a acção é de extrema importância uma vez que o conhecimento da lateralidade resulta da acção (lateralização) e da orientação. Segundo Hécaen e Ajuriaguerra (1963, cits por Lurçat, 1976) a lateralização é a mão escolhida em tarefas manuais novas. A lateralização implica uma escolha entre as duas mãos, a mão activa e a mão equilibrante.

É por volta dos 4-5 anos e no início da escolaridade que a criança conhece a lateralidade do seu próprio corpo (Hécaen & Ajuriaguerra, cits por Rodrigues, 1989 ; Le Boulch, 1980; Lurçat, 1976). Cerca dos 4-5 anos, a criança compreende que tem uma direita e uma esquerda correspondentes a cada lado do seu corpo, mas ignora quais são os seus membros esquerdos e quais são os direitos (Lurçat, 1976). Ainda segundo esta autora, aos 6-7 anos a criança sabe distinguir as duas mãos e os dois pés e mais tardiamente os seus dois olhos. Porém, é apenas entre os 8 e 9 anos que ela reconhece com precisão qual é a parte direita e a esquerda do seu corpo.

Uma opinião distinta é apresentada por Gallifret-Granjon (s/d, cit. por Rodrigues, 1989), segundo o qual o reconhecimento da lateralidade sobre si próprio acontece, em 86% dos casos, cerca dos 6 anos de idade, enquanto que sobre outrem ocorre, em 80% das situações observadas, apenas por volta dos 8 anos.

Ao defender a educação 'psicocinética', Le Boulch (1980) preconiza a vivência de acções diversificadas pela criança, nos primeiros níveis educativos, centradas especialmente sobre:

- . a coordenação geral do corpo;
- . a coordenação visuo-segmentar (óculo-manual e óculo-pedal);
- . o conhecimento e percepção do próprio corpo (lateralidade e orientação do esquema corporal);
- . a percepção do espaço, do tempo e a estruturação espaço-temporal.

Na opinião deste autor, as aprendizagens exigidas pela escola estão dependentes do domínio do esquema corporal¹², ou imagem do corpo, que é "uma intuição ou um conhecimento imediato que temos do nosso corpo no estado estático ou em movimento, da relação das diferentes partes do corpo entre elas e sobretudo das suas relações com o espaço e os objectos que nos envolvem" (Le Boulch, 1980, pp. 38-39).

12 - Segundo Piéron, cit. por Mendes e Fonseca (1977), esquema corporal é a "organização das sensações relativas ao seu próprio corpo em relação com os dados do mundo exterior" (p. 336).

Deste modo, deve habituar-se a criança a situar-se relativamente a um objecto ou companheiro, à esquerda ou direita do corpo próprio ou do outro, por forma a obter-se a estabilização e automatização das noções de direita - esquerda, à frente - atrás, em cima - em baixo. Situações educativas são propostas por Le Boulch (1980), por forma a fazerem apelo à mudança de direcção e orientação do corpo no espaço, realizadas pela criança cada vez mais rapidamente, deslocamentos diversos e percursos marcados no solo, executados com os olhos fechados.

Do mesmo modo López e Nuñez (1979) aconselham, já na idade pré-escolar, múltiplas vivências de deslocamentos, reconhecimento e orientação do corpo, avaliação de distâncias e trajetórias e resolução de labirintos.

Para uma boa organização espaço-temporal da criança, Defontaine (1976) propõe a realização de jogos de correspondência de noções de encaixe e contiguidade, assim como jogos com material pré-lógico que induzam a criança a vivenciar noções topográficas de análise espacial e ordenação.

Do exposto, facilmente se depreende o interesse da acção educativa exercida no início da escolaridade para uma boa integração espacial na criança. Efectivamente, "sabemos que no homem um espaço de acção caracterizado pelo grupo prático dos deslocamentos (Piaget, 1963) não está conquistado antes do meio do segundo ano e que o espaço representativo não está conseguido a não ser por volta dos 9 ou 10 anos" (Vurpillot, 1974, p. 93).

A importância do conhecimento e domínio da lateralidade nas idades referentes ao 1º ciclo do ensino básico, é reconhecida por vários autores, que consideram dificuldades de aprendizagem escolar, tais como a dislexia, disortografia e discalculia, dependentes de alterações da psicomotricidade e do esquema corporal (López & Nuñez, 1979). Segundo estes autores, "uma lateralidade que não esteja bem definida ou uma lateralidade cruzada trazem como consequência um défice nas tarefas que exijam uma forte componente de tipo espaço-temporal" (p. 37).

Do mesmo modo Ajuriaguerra (1980) considera como factores etiológicos das dificuldades de aprendizagem da escrita, dificuldades perceptivas, de linguagem e, bem assim, perturbações da organização espaço-temporal e da lateralidade. No entanto, este autor, embora confirmando uma "má lateralização" nos disléxicos, verificou que, em alguns casos, eles possuem uma lateralização homogénea. Refere, também, problemas frequentes de lateralização e dificuldades de estruturação espaço-temporal nos sujeitos com gaguez.

Desordens de natureza disléxica e certas "perturbações da linguagem", são também relacionadas com "a falta de homogeneidade na lateralização", que justificaria uma perturbação de controlo cortical (Fichot, 1976, p. 40).

O ambiente LOGO e a estruturação espacial

Procurámos traçar, em relação à organização espacial, um quadro de referências que de algum modo pudessem justificar a utilização do LOGO, e que esta se pudesse reflectir na construção da estruturação espacial, uma vez que esta linguagem apela a uma realidade geométrico-matemática e psicológica.

Vários autores referem a relação existente entre a geometria em si e a lógica, a qual pressupõe uma actividade psicológica bastante activa. Bresson (1974) argumenta que não existe geometria sem operações lógicas. As condutas que implicam a representação do espaço e a determinação, a partir da representação, de transformações espaciais, implicam operações lógicas. O mesmo autor realça a relação entre a matemática e a realidade espacial. Segundo ele "as nossas relações com o espaço são múltiplas (...) falar nessas relações, distingui-las, compará-las, não pode ser feito claramente senão recorrendo à linguagem matemática." (p. 293).

Existem na literatura bastantes referências às potencialidades do LOGO na organização espacial da criança. Rodrigues (1989) refere-se à literatura existente, a qual considera a importância da componente espacial para a execução do LOGO a dois níveis: ou referindo-a como um *handicap* para a utilização da linguagem ou referindo ganhos na organização espacial após a utilização da mesma. Inclinamo-nos para a segunda hipótese, a qual de algum modo procuramos demonstrar.

As noções relacionadas com o *sentido espacial*, são referidas pelo NCTM (1991) ao dedicar-lhe uma *Norma* que tem como título "Geometria e Sentido Espacial". Nela é realçada a importância da geometria na matemática e na vida, salientando que "a compreensão espacial é necessária para interpretar, compreender e apreciar o nosso mundo, que é intrinsecamente geométrico" (p. 60). Refere-se também que "o sentido espacial é um conhecimento intuitivo do meio que nos cerca e dos objectos que nele existem" (*Idem*, p. 61). Preconiza-se para o seu desenvolvimento experiências que incidam: nas relações geométricas; na direcção, orientação e perspectivas dos objectos no espaço; nas formas e tamanhos relativos das figuras e objectos; e no modo como uma modificação numa forma se relaciona com uma modificação num tamanho. Considera ainda o mesmo organismo que essas experiências dependem da capacidade da criança em seguir orientações que adoptem termos como *acima*, *abaixo*, *à frente*, *atrás*, e em usar um computador

para reproduzir um desenho, referindo noutra parte a utilização de linguagens de programação de carácter geométrico.

Face ao exposto, considerando:

- . de extrema importância a actividade do aluno na estruturação espacial;
 - . a matemática como representação dessa realidade;
 - . a grande importância da matemática numa formação intelectual, como realça Mialaret;
 - . as características do LOGO;
 - . os fundamentos que levaram Seymour Papert à sua implementação;
 - . as suas referências Piagetianas,
- pensamos poder levantar a hipótese de que o LOGO é um bom instrumento para o desenvolvimento de noções relacionadas com a estruturação espacial.

Pensamos que a geometria da linguagem LOGO apresenta fundamentação suficiente nas teorias de Piaget. Mesmo assim, procurámos dar conta de que muitos autores se debruçaram sobre o tema e, ao fim e ao cabo, o "denominador comum" das opiniões poderá dizer-se que está no valor da acção do sujeito e na interacção entre este e o meio envolvente. Voltaremos a estas ideias quando nos referirmos aos resultados do processo do trabalho desenvolvido pelos alunos.