

PAULO RÔMULO DE OLIVEIRA FROTA

**VELOCIDADE, ESPAÇO E TEMPO:
uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos
sensoriais mediados pelo computador**

**FLORIANÓPOLIS
2000**

PAULO RÔMULO DE OLIVEIRA FROTA

**VELOCIDADE, ESPAÇO E TEMPO:
uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos
sensoriais mediados pelo computador**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação: Ensino de Ciências Naturais, sob a orientação do Professor Doutor José André Peres Angotti.

**FLORIANÓPOLIS
2000**



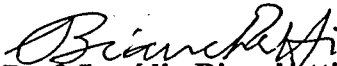
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE DOUTORANDO EM EDUCAÇÃO**

**“VELOCIDADE, ESPAÇO E TEMPO: UMA INVESTIGAÇÃO DA
ATIVIDADE COGNITIVA A PARTIR DE ESTIMULOS SENSORIAIS
MEDIADOS PELO COMPUTADOR”**

Tese submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Educação do Centro de Ciências da Educação em cumprimento parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 03/03/2000

Prof. Dr. José André Peres Angotti (Orientador) - UFSC
Prof. Dr. Norberto Cardoso Ferreira - USP
Profa. Dra. Ana Maria Marques da Silva - UFSM
Profa. Dra. Clélia Maria Nascimento Schulze – UFSC
Profa. Dra. Maria Célia Marcondes de Moraes - UFSC
Profa. Dra. Edel Ern – UFSC (Suplente)
Prof. Dr. Maurício Pietrocola de Oliveira – UFSC (Suplente)


Prof. Lucídio Bianchetti
Sub-Coordenador do PPGE

Paulo Rômulo de Oliveira Frota

Florianópolis, Santa Catarina, março de 2000.

**VELOCIDADE, ESPAÇO E TEMPO:
uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos
sensoriais mediados pelo computador**

Tese submetida ao Colegiado do Curso de Doutorado em Educação do Centro de Ciências da Educação em cumprimento parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação – Ensino de Ciências Naturais, do Curso de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovada pela Banca Examinadora formada pelos professores:

**Prof. Dr. José André Peres Angotti
CED-UFSC – Orientador**

**Prof. Dr. Norberto Cardoso Ferrera
IF-USP**

**Profa. Dra. Ana Maria Marques da Silva
DF-UFSM**

**Profa. Dra. Clélia Schultz
CFH-UFSC**

**Profa. Dra. Maria Célia Marcondes de Moraes
CED-UFSC**

**Prof. Dr. Maurício Pietrocola de Oliveira
Suplente - DF-UFSC**

**Profa. Dra. Edel Ern
Suplente - CED-UFSC**

Florianópolis, 03 de março de 2000.

O bom senso é a coisa do mundo melhor partilhada, pois cada qual pensa estar tão bem provido dele, que mesmo os que são mais difíceis de contentar em qualquer outra coisa não costumam desejar tê-lo mais do que o têm.

Descartes, Discurso do Método, 1637

AGRADECIMENTOS

Ao findar mais esta jornada acadêmica, desejo agradecer a muitas pessoas e instituições que colaboraram direta ou indiretamente para o alcance desta meta.

Aos meus familiares que suportaram a presente/ausência, mais uma vez, em cursos de Pós-Graduação.

Ao Ademir Damazio - a quem verdadeiramente posso chamar de amigo - interlocutor dioturno para as angústias da vida acadêmica e da cotidianidade, que com o Luiz Carlos Rosa, parceiro de fé, formamos o grupo inicial de estudos Vygotskianos.

Aos alunos, Professores, Coordenadores, Diretores e Funcionários do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina, do Colégio Sagrado Coração de Jesus/Florianópolis e do Colégio de Aplicação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, pela disponibilidade e interesse pela pesquisa.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação, nas pessoas do Professor Dr. José André Peres Angotti, orientador, pelo acolhimento de amigo e colega, e da Professora Dra. Maria Célia Marcondes de Moraes, pela amizade, confiança, incentivo e parceria em vários artigos ao longo do doutorado.

Ao amigo Paulo Roberto Menezes Lima, ex-CAPES/PADCT/SPEC.

Aos programas CAPES/PADCT/SPEC e CNPq pelo suporte.

Ao amigo Dr. Fernando Lang da Silveira, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela consultoria e modelagem estatística.

Aos funcionários da Coordenação, Biblioteca Setorial, Secretaria e Lantec/Opm e Portaria do CED/UFSC, em nomes de Mauríla Francisco/Luiz Fernando, pela consideração e distinção com que sempre me deferiram.

Aos demais amigos que fiz nestas terras catarinenses, em particular ao Marcos Herter, Mari Stela, Creusa, Diva, Verena e André Zunino, pela amizade e os poucos, mas intensos, momentos de descontração.

Aos demais colegas do Mestrado e Doutorado com quem tivemos o prazer de conviver.

Por fim, mais não menos importante, à Universidade Federal do Piauí pela liberação e aos colegas do Departamento de Física, pela torcida.

Agradeço, também, à Universidade Federal de Santa Catarina, pela acolhida.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | IX |
| LISTA DE TABELAS | XI |
| RESUMO | XII |
| ABSTRACT | XIII |
| APRESENTAÇÃO – Caracterização do Problema e objetivos da Pesquisa | 1 |
| PARTE I. | |
| CAPÍTULO I – As sensações: Portas abertas para o conhecimento humano..... | 7 |
| 1. Introdução..... | 7 |
| 2. As origens e o sistema ligacional mente/mundo..... | 8 |
| 3.. As Sensações – Fornecendo as primeiras pistas..... | 20 |
| 3.1. Sensações dos Estímulos luminosos..... | 22 |
| 3.2.Sensações dos Estímulos sonoros..... | 29 |
| 3.3.Sensações dos estímulos táteis..... | 33 |
| 3.4.Sensações Cinéticas e estática..... | 34 |
| CAPÍTULO II – As Percepções : Avançando para além das sensações | 38 |
| 1. Um passo além das sensações | 38 |
| 2.Percepção Espacial | 41 |
| 3. Percepção Temporal | 51 |
| 4.Percepção dos Movimentos..... | 55 |
| 5.O complexo mundo das Sensações e Percepções..... | 58 |
| CAPÍTULO III – O Papel da Linguagem..... | 62 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO IV – Estratégias e Solução de Problemas | 71 |
| CAPÍTULO V – O Jogo como simulacro da vida real | 85 |
| PARTE II. | |
| CAPÍTULO I. Velocidade, Espaço e Tempo – Uma investigação da atividade Cognitiva a partir de estímulos sensoriais mediados pelo computador. | 102 |
| 1. Introdução | 102 |
| 2. Material e Método | 105 |
| CAPÍTULO II – Análise de Resultados | 111 |
| Conclusões e Considerações | 123 |
| Considerações teóricas acerca do trabalho empírico | 132 |
| 1. O Papel da Mediação | 132 |
| 2. A Zona de Desenvolvimento proximal como estratégia de melhoria de desempenho | 139 |
| 3. Estratégias Mentais utilizadas pelos sujeitos | 146 |
| 4. Atividade e Motivos | 160 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 164 |
| ANEXO. CD-ROM O Jogo da Distância | 176 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Ilustração 1. Comando cerebral sobre o corpo humano (conf. Teixeira, 1989). | 12 |
| Ilustração 2. Rede de Neurônios. (Parker, 1989)..... | 16 |
| Ilustração 3. Sináapse. Junção entre dois neurônios (Parker, 1989) | 17 |
| Ilustração 4. Esquema do Olho Humano (conf. Okuno et al., 1986)..... | 22 |
| Ilustração 5. Corte da retina humana (Okuno et al., 1986). | 23 |
| Ilustração 6. Espectro da luz branca (Isaacs; Pitt, 1976) | 24 |
| Ilustração 7. Mistura de luzes (conf. Isaacs; Pitt, 1976). | 27 |
| Ilustração 8 Ouvido humano (conf. Okuno et al., 1986)..... | 29 |
| Ilustração 9. Ouvido interno. (conf. Smirnov et al., 1961)..... | 36 |
| Ilustração 10. Vaso-rostro de Rubin.. Perfis ou taça?..... | 41 |
| Ilustração 11. As figuras de Muller-Lyell | 45 |
| Ilustração 12. O cubo de Nekker | 46 |
| Ilustração 13. Efeito estereoscópico | 47 |

| | |
|--|-----|
| Ilustração 14. Movimento dos olhos (conf. Smirnoff et al., 1961) | 49 |
| Ilustração 15. Acomodação do Cristalino | 57 |
| Ilustração 16. Reflexo de Moro (Parker, 1992)..... | 59 |
| Ilustração 17. Anatomia do trato vocal (Okuno et al., 1986). | 66 |
| Ilustração 18. Motauro - Herói do game Mortal Kombat | 98 |
| Ilustração 19. Propaganda de games | 100 |
| Ilustração 20. Tela de resultados do jogo da distância. | 109 |
| Ilustração 21. Gráficos de melhores desempenhos | 115 |
| Ilustração 22. Modelo para a Mediação | 138 |
| Ilustração 23 . Exemplo 1. Desempenho ZDP | 142 |
| Ilustração 24. Exemplo 2 . Desempenho ZDP..... | 143 |
| Ilustração 25. Exemplo 3. Desempenho ZDP | 144 |
| Ilustração 26. Modelo de acesso às estratégias mentais | 147 |
| Ilustração 27 . Quadro Estratégias Cinestésicas..... | 148 |
| Ilustração 28. Quadro de estratégias Lógico-Matemáticas | 149 |
| Ilustração 29. Quadro de estratégias Lógico-Verbais | 150 |
| Ilustração 30. Alunos frente ao desafio do Jogo da Distância | 151 |
| Ilustração 31. Audição binaural | 155 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Limites das Radiações | 19 |
| Tabela 2. Comprimentos de Ondas | 25 |
| Tabela 3. Limites da audição | 32 |
| Tabela 4. Limites para o som | 33 |
| Tabela 5. Súmula de palavras | 70 |
| Tabela 6. Distribuição da amostra | 105 |
| Tabela 7. Médias e desvios padrão | 113 |
| Tabela 8. Contingência Idade e Velcor | 114 |
| Tabela 9. Velocidade Média para 8é série | 117 |
| Tabela 10. Escola versus velcor | 118 |
| Tabela 11. Sexo versus Velcor | 119 |
| Tabela 12. Série versus Velcor | 120 |
| Tabela 13. Idadec/Dummy | 121 |
| Tabela 14. Análise da Regressão Logística | 121 |
| Tabela 15. Amostra Total | 122 |

RESUMO

A Teoria do Dualismo corpo/mente retomada por Descartes vem reacendendo hoje reações calorosas quando tratam dos conceitos do homem/máquina – da robótica, da motricidade e da inteligência artificial -, questões centrais do mundo moderno a que se filiam engenheiros, lingüistas, psicólogos, educadores, matemáticos, neurologistas e especialistas em informática, buscando compreender e desvendar os meandros da mente humana a partir dos sentidos e das percepções.

O presente estudo teve como objetivo investigar o comportamento manifesto de cento e quarenta escolares de ambos os sexos, compreendidos na faixa etária de sete a quatorze anos, estudantes de primeira a oitava série do Ensino Fundamental, de duas escolas diferentes da cidade de Florianópolis/SC, frente a uma situação-problema, mediada pelo computador, na modalidade de game, envolvendo os conceitos de Espaço, Tempo e Velocidade, a partir de estímulos sonoros, tendo como referencial teórico a Teoria Histórico-Cultural.

A situação-problema consistia em uma corrida fictícia, em pista oval de trezentos metros, em que o sujeito poderia atuar como maratonista, ciclista e automobilista, depois de ouvir o toque intermitente e randômico de uma sirene nas modalidades de tempo curto (dois segundos), tempo médio (cinco segundos) e, tempo longo (oito segundos), após o que moviam-se pela pista com o mouse, marcando os espaços percorridos em cada modalidade. O Software transformava os dados em tabelas e gráficos que, analisados estatisticamente com o emprego da técnica da Regressão Logística, apontaram sessenta e nove por cento da amostra como capaz de entender e integrar os conceitos segundo o modelo físico esperado, utilizando-se de estratégias mentais Lógico-Matemáticas, Lógico-Verbais e Cinestésicas.

A Idade e a Série Escolar foram as variáveis mais significativas no processo que foi influenciado pelos Motivos da Atividade: o lúdico, o desafio e o domínio de conteúdo. Verificou-se que a mediação instrumental não foi suficiente para explicar o comportamento mental dos sujeitos, e aqueles de desempenhos insuficientes sofreram melhoria em seus índices após a interação ~~social~~ mediada pelos pares.

A importância de efetuar-se estudos nessa área pronuncia-se pela escassez de dados referentes a sujeitos brasileiros no que tange a modelos mentais e estratégias de solução de problemas, quer sejam através da heurística, do *insight*, da lógica-formal ou da serendipidade.

ABSTRACT

The theory of body/mind dualism conceived by Descartes is relighting heated discussions today when dealing with the concept of the man/machine – of robotics, of motricity, of artificial intelligence – central questions for the modern world, questions where engineers, linguists, psychologists, teachers, mathematicians, neurolinguists and informatics specialists meet, searching to understand and reveal the meanders of the human mind, with perception and the sense as their start point. The present study has investigated the manifest behaviour of 140 pupils of both sexes, in the ages of 7 to 14 years, from the first to eighth grade of two different schools in the city of Florianópolis/SC, when confronted with a problem situation in the mode of a game, monitored by computer and involving the primeval concepts of time, space and velocity.

Departing from sound stimuli and having as a theoretic reference the historico-cultural theory, the problem situation consisted in a fictitious race, on an oval track of 300 meters, where you could act as a marathon runner, a cyclist and a vardriver after hearing the intermittent sound of a siren in intervals of, respectively, 2, 5 and 8 seconds, after which the subject moved along the track with the mouse, measuring the distances covered in each modality.

The software transformed the data into tables and graphics, which, after being statistically analysed through the logistical regression technique, indicated 69,0% of the participants as being capable to integrate the concepts in accordance with the expected physical model, using logico-mathematical, synesthetical and logico-verbal mental strategies. Age and school grade were the most significant variables in the process, which was influenced by the motives for activity: the ludic, the challenge and the dominion of the contents.

It was verified that the instrumental measuring was not enough to explain the mental behaviour of the individuals, and that those of insufficient performance got better results after social interaction with their classmates. The importance of realizing studies in this area pronounces itself through the scarcity of data referring to Brazilian individuals when it comes to mental models and strategies for problem-solving, be it through heuristics, insight, formal logic or serendipity.

APRESENTAÇÃO: caracterização do problema e objetivos da pesquisa

*Tempo tempo tempo tempo
Compositor de destinos
Tambor de todos os ritmos
Tempo tempo tempo tempo*

Caetano Veloso (*Oração ao Tempo*)

Ao longo das últimas décadas, temos observado o desinteresse e o elevado índice de reprovação dos estudantes do ensino médio e básico superior nas disciplinas das ciências da natureza, em particular a Física, aliados às suas deficiências de formação escolar e à fragilidade da formação docente dos licenciados para lidar com as questões relativas ao processo ensino-aprendizagem. Como desdobramento enfrentamos forte crise que culmina com a retirada e/ou limitação da abrangência deste ramo do saber na educação escolar e até mesmo nos vestibulares, bem como o decréscimo de sua influência e importância junto à formação de mão-de-obra especializada em nível médio e universitário, de um lado, e da conquista desse conhecimento fundamental por todos os estudantes das áreas não afins, enquanto cultura científica de necessidade imperativa nos dias de hoje, de outro.

Malgrado os esforços despendidos pelos grupos de pesquisadores em Ensino de Física e Ciências, que se consolidam em todo o país, responsáveis por uma parcela de pesquisas importantes na área, os resultados parecem pouco visíveis no seio da comunidade em geral, parecendo referendar a sensação de ineficiência do alcance, em sala de aula, dos significativos achados em nível laboratorial, cujo reflexo expomos anteriormente.

É sabido, todavia, que a apreensão dos rudimentos da Física e de sua estrutura mínima de conhecimentos articulados exige determinados procedimentos de caráter pessoal do sujeito que aprende, aí inclusos os processos mentais no nível das funções psicológicas superiores. Esses requisitos não são apenas maturacionais como pensou Piaget, mas também, vinculados ao ato de aprender, como exige Vygotski, principalmente em se tratando de uma ciência exemplar que hoje incorpora dimensões

teórico-experimentais sofisticadas, que é sócio-historicamente construída, pioneira nas reflexões de cunho epistêmico e madura, no sentido kuhniiano.

O estatuto de maturidade da Física no entanto não garante facilidades aos aprendizes que dela se aproximam, pois no universo do ensino-aprendizagem muitas outras variáveis complexas se interpõem no embate entre o sujeito cognoscente e o objeto cognoscitivo. Trata-se seguramente de campo de saber não maduro, contraposto ao da ciência Física. Estas questões recorrem de imediato ao estudo da mente e das conseqüentes relações estabelecidas com o ato de apreender os modelos mais partilhados para dar conta da realidade contemporânea, resguardados seus limites.

Entender como a mente funciona, de que forma o sujeito raciocina em função dos estímulos sensoriais, juntando dinâmica e processualmente “peças de um quebra-cabeças” para encontrar respostas a problemas, é, para nós, de suma importância, principalmente se visarmos o ensino formal, processo responsável pela transformação sócio-cultural dos indivíduos e a formação de Licenciados em Física, clientela com a qual trabalhamos há mais de vinte anos.

Verificam-se nos últimos anos crescentes contribuições da Psicologia, da Neurofisiologia e da Inteligência Artificial às Teorias Cognitivas, buscando somar esforços no sentido de explicar, ainda que parcialmente, como ocorrem os processos de transformação da informação advinda do mundo exterior, via receptores sensoriais, relacionando-os e integrando-os nos vários níveis de organização da consciência.

Já é de domínio público que ninguém adentra a escola sem uma gama de conhecimentos que podem ser adquiridos espontaneamente, no cotidiano, via ensaio e erro. Seja pelos escritos primeiros de Bachelard, seja pelas inúmeras pesquisas empíricas sobre as concepções espontâneas dos sujeitos de culturas diferenciadas (Base de dados alemã), os conhecimentos cotidianos são reconhecidos e não perdem a importância para a pesquisa, porque puros, deixam-se mostrar facilmente sem a capa de “autoridade” que de certa forma acoberta o conhecimento científico, metódico e expresso em uma segunda linguagem.

Todavia, quase nunca os aproveitamos na escola, como ponto de partida para o entendimento da essência, do existe por trás das aparentes certezas e fragilidades de tais conhecimentos: partimos diretamente para os conceitos científicos, no afã de que ensinando as “palavras” os sujeitos aprendem, dominam e utilizam os seus “significados”, esquecendo que aquilo que não vivenciamos, não incorporamos ao

nosso lastro cotidiano, capaz de modificar a nossa visão de mundo, é pouco ou quase nada significativo.

A investigação aqui apresentada parte, portanto, desta inquietação do docente com o desvendar dos mecanismos empregados pela mente, artificios utilizados pelos sujeitos quando frente a uma situação problemática, que precisa ser equacionada e, se possível, solucionada à luz dos conceitos cotidianos e/ou formais.

Investigamos o comportamento de sujeitos escolarizados, de ambos os sexos, com idades variando entre os sete e quatorze anos, frente a desafios sobre espaço, tempo e velocidade, em ambiente virtual, a partir de um *software* planejado e construído em versão lúdica (jogo multimídia), enquanto sistema conectivo entre o meio físico/social externo e a consciência, utilizando a mediação dos sentidos (som, cor, movimentos).

A situação conflituosa constituiu-se de uma corrida simulada em uma pista oval de 300 metros, na qual o sujeito assume o papel de maratonista ou piloto nas modalidades a pé, de bicicleta e de carro. A partir do estímulo sonoro intermitente de uma sirene com durações de 2, 5 e 8 segundos não previsíveis, o sujeito deve marcar com a ajuda do *mouse* suas estimativas de *espaço* percorrido, em cada *modalidade*, nos *tempos* enumerados, no total de nove marcações.

O desenho da pesquisa pode ser assim apresentado, em função da atividade conflituosa: Os sujeitos (7 a 14 anos) de duas escolas diferentes (uma particular e outra pública), da cidade de Florianópolis, chegarão ao desafio (jogo da distância) trazendo conceitos espontâneos de espaço, tempo e velocidade, porque ainda não foram apresentados, na escola, os conceitos mais aceitos pela ciência, afetos à disciplina Física, introduzida no primeiro ano do ensino médio.

O computador, como *mediador instrumental*, permite ao sujeito, após a interação com o software na modalidade *game* - construído especificamente para esta finalidade -, fazer uma tradução dos conceitos cotidianos para uma segunda linguagem, os conceitos científicos. Os resultados interpretados pelo *software* e apresentados em tabelas e gráficos permitirão ao pesquisador explorar como a consciência do sujeito foi ativada para fazer a tradução dos conceitos de espaço, tempo e velocidade de um sistema de concepções para o outro.

Este momento de mediação é também um momento de desequilíbrio do pensamento, frente a uma realidade problemática que faz eclodirem na mente do

jogador as funções psicológicas superiores, dentre elas a *atenção voluntária* e o *pensamento lógico*. Utilizando-as, o sujeito terá sucesso ou não na integração dos conceitos de espaço, tempo e velocidade, através de estratégias mentais deflagradas por estímulos sonoros que fornecem pistas para a determinação do *tempo enquanto duração*.

Os estímulos sonoros captados pelo sistema de longo alcance (input) chegam aos analisadores que os ligam com as memórias de curto e longo prazo, onde residem as vivências e aprendizagens formais/informais. Através de processos do psiquismo superior, são formadas associações e generalizações que, após discriminadas, se expressam em estratégias mentais (output) para a solução da situação-problema.

Nortearam o estudo os seguintes objetivos:

- a) Determinar o estado de consciência do ponto de vista da organização dos conceitos relacionados de Velocidade, Espaço e Tempo, a partir dos estímulos físicos a que são submetidos os sujeitos, utilizando o computador como elemento de mediação;
- b) Identificar (e descrever) as estratégias utilizadas pelos sujeitos para avaliarem o tempo a partir de fenômenos físicos com durações variadas;
- c) Identificar, dentre as variáveis intervenientes (sexo, idade, série escolar, tipo de escola freqüentada), as mais significativas para o êxito da integração dos conceitos primitivos de espaço e tempo;
- d) Descrever o papel do computador enquanto instrumento de mediação instrumental.

Em se tratando dos conceitos físicos “primitivos” – espaço e tempo – além da velocidade - que sempre constituíram uma raiz das visões de mundo em qualquer cultura, estamos convencidos de que tais contribuições poderão concorrer para melhorar a aprendizagem das ciências naturais na educação escolar, com desdobramentos para sua utilização de alcance conceitual nas demais áreas do conhecimento.

Para além de se pretender desvendar as visões de mundo do sujeito epistêmico, este trabalho aponta para a possibilidade do emprego destas experiências nos processos formais de ensino, a partir do melhor entendimento da habilidade em resolver problemas simples e complexos, da capacidade de comunicação e de construir conhecimento novo, em função do pensamento, da percepção, das sensações, da atividade e da linguagem.

Para tanto escolhemos como referencial teórico e de apoio fundamental a corrente de pensamento denominada Teoria Histórico-Cultural, por tratar o desenvolvimento psicológico do homem como um fato eminentemente social, dependente portanto do contexto onde ele se insere, a partir do compartilhamento das ações, em atividades humanas, conscientes, dentre elas o Trabalho, a Aprendizagem Formal e o Jogo.

Para montar o experimento e lançar luzes sobre as conclusões, nos apoiaremos nos trabalhos dos pesquisadores: Vygotski, que nos emprestará seu método de investigação, no qual dá ênfase à descrição do processo investigativo, os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal e Mediação; Leontiev, com a descrição do psiquismo e a Teoria da Atividade Humana, na qual tem papel relevante o *jogo* enquanto simulacro da realidade; Elkonin, com a Teoria do Jogo e suas implicações pedagógicas; Smirnov et al., com o estudo das *sensações e percepções* como vias de acesso entre a matéria e a mente e, finalmente, Luria, com a Teoria da Linguagem enquanto mecanismo de mediação social.

O trabalho está estruturado em duas partes. Na primeira, contendo cinco capítulos, apresentamos o referencial teórico propriamente dito, estudando a mente humana e suas relações com o mundo exterior através das sensações e das percepções (capítulos 1 e 2), utilizando para tanto a mediação superior da linguagem (capítulo 3). Esta espécie de mediação parece ser a única capaz de prover capacidade e habilidade ao homem para explicitar como constrói estratégias mentais para solucionar problemas (capítulo 4), inclusive a partir de atividades como o jogo (capítulo 5).

Na Segunda Parte, apresentamos o estudo experimental em 2 capítulos: o desenho, seu método, coleta de dados (capítulo 1), e a análise dos resultados e conclusões culminando com as considerações acerca do trabalho empírico (capítulo 2).

Por fim, queremos deixar clara a nossa opção de incorporar todas as citações ao texto, mesmo aquelas com mais de cinco linhas, no intuito de torná-lo mais

fluido com a devida fidelidade acadêmica. Chamamos a atenção, também, para o fato de que são de nossa autoria todas as traduções de obras estrangeiras citadas no texto, pelas quais assumimos total responsabilidade.

PARTE I

CAPÍTULO I - AS SENSações: PORTAS ABERTAS PARA O CONHECIMENTO HUMANO

1 Introdução

Verifica-se que todas as culturas, até mesmo as mais atrasadas na escala evolutiva do trabalho e da tecnologia, em todos os tempos, têm apresentado como característica basilar que as une e nivela a preocupação com a origem do homem (Martins, 1994; Gleiser, 1997) e com as ligações entre a matéria e a mente, buscando explicar como adquirimos o conhecimento do mundo. O pano de fundo desta panorâmica evolutiva do homem centra-se nas questões ontogenéticas que trazem em seu bojo as concepções de tempo e espaço.

A evolução biológica, seguindo os passos do tempo, caminhou do protozoário ao homem em bilhões de anos, acentuando-se em dois fatores primordiais até o “momento”: a evolução do cérebro humano e a especialização social do homem em função do trabalho.

Acredita-se que o elo desta epopéia seja o vasto cabedal de conhecimentos que detemos hoje, cuja origem e mecanismos descritivos sempre foram disputados por diversas correntes filosóficas.

Para os racionalistas Descartes e Leibniz, o mundo seria um produto de nossa mente, já existindo antes do nascimento, marcado na memória genética da espécie humana; para eles, as sensações e as percepções, portanto, têm papel secundário na aquisição do conhecimento.

Por outro lado, os empiristas como Locke, Hume, dentre outros, defenderam a idéia de que tudo o que sabemos, e conseqüentemente construímos, nos foi possível a partir dos sentidos e do embate empírico com a matéria. Para estes, as sensações e as percepções são fenômenos basilares sem os quais não poderíamos entender e conseqüentemente pensar o mundo.

De que forma foi possível ao homem apropriar-se do conhecimento e criar todos os mundos que nos antecederam e nos legaram é ponto central para fazer dos sentidos e das percepções motivo de estudo.

Pretendemos evocar o sistema nervoso central e sua rede periférica como elo entre a mente e o mundo, que se faz por intermédio dos estímulos sensoriais – sensações e percepções. Desejamos fornecer evidências significativas para a compreensão do mundo a partir da descrição destacada das sensações proprioceptivas, uma vez que as demais sensações, dentre as quais as luminosas e sonoras, são por demais discutidas no âmbito da Biologia, da Psicologia e da Física médica.

2 As origens e o sistema ligacional mente/mundo

As preocupações com os fundamentos da psique iniciam-se na Antigüidade. Os médicos de então (Grécia, Egito) estudaram a anatomia humana e suspeitaram da existência de ligações entre os fenômenos psíquicos e as atividades do cérebro. Muitos tratados da antigüidade relacionam as enfermidades mentais com perturbações fisiológicas cerebrais. Tais conhecimentos, via estudos das trepanações, permitiram o levantamento de hipóteses a partir das ligações entre doentes cerebrais por vias traumáticas e a perda, parcial ou total, dos movimentos, da audição, da fala, da memória ou da visão, que se restabeleciam, em algumas vezes, sanada a causa traumática (Changeux, 1991).

Herófilo e Erasítrato, por volta do Século III a. C., abandonando o método aristotélico da comparação do homem com os animais, dissecaram de maneira sistemática o homem, dando ênfase particular à medula e ao cérebro. Galeno, quase quinhentos anos depois da escola de Alexandria, dissecou e estudou as substâncias cerebrais, demonstrando que no cérebro reside o comando das ações motoras e mentais.

Na era medieval, o poder da Igreja impediria os avanços de tais estudos, pois o corpo humano, “morada da alma”, não deveria ser submetido a tamanha infâmia da violação.poderia ser , que ressurgiram com o Renascimento (Séculos XV e XVI) e se fundamentaram basicamente nos trabalhos dos grandes anatomistas, os quais estabeleceram algumas das conexões entre a atividade psíquica entendendo o pensamento como produto da atividade mental. Leonardo da Vinci (1504/7), em

Florença, após a dissecação de cadáveres, confecciona moldes em cera e desenha rigorosamente o cérebro, trabalho seguido pelos anatomistas Versálius e Varólio, que mostravam o conhecimento brotando do experimental.

Todavia, parece não haver consenso em relação à afirmação de Aristóteles de que a primeira fonte do conhecimento humano do mundo nos advém por intermédio dos sentidos, das sensações.

Muitas são as doutrinas que almejam descrever as relações entre o mundo e a mente e, conseqüentemente, do conhecimento humano. Teixeira (1998, p.46) nos indica três vertentes profícuas: o Materialismo, o Mentalismo e o Dualismo.

Descartes foi o primeiro filósofo a propor o modelo assimétrico entre estas duas substâncias, criando o dualismo. Ao defender a separação da matéria que constitui o corpo da que constitui a mente, acreditava o homem constituído por dois grandes sistemas: o corpo – com sua química, eletricidade e mecânica, formado por matéria física – e a mente – dotada de emoções, pensamentos, sentimentos, recordações e imagens –, constituída da matéria mental.

A metáfora homem/máquina, exposta em *De Homine*, publicado 12 anos após a sua morte (1662), retomava a preocupação que fora dos religiosos de antanho – a localização da alma no cérebro¹, questão sempre presente em quase toda a sua obra (Descartes, 1983). Ao admitir para o homem corpo e mente como matérias diversas que guardam entre si independência absoluta, o dualismo metafísico de Descartes entendia, na visão de Burt: *um mundo que consiste em uma enorme máquina matemática, estendida no espaço; e outro mundo que consiste de espíritos pensantes, sem extensão. E tudo aquilo que não seja matemático, ou que dependa de alguma maneira, da atividade da substância pensante especialmente as chamadas qualidades secundárias, pertence ao segundo* (Burt, 1991, p.96).

A incerteza residia, portanto, em como relacionar corpo e mente. O recurso a Deus talvez tenha sido o grande erro do racionalismo, embora a premissa de retirar todas as propriedades não-geométricas da *res extensa*² e colocá-la na mente tenha mantido-se válida.

¹ Segundo Calvin (1998:14), supunha-se que a alma estaria enclausurada nos reservatórios fluidos cerebrais, os ventrículos, de forma que o pensamento racional e a capacidade crítica estavam em uma, a fantasia a imaginação e o bom senso em outra, a memória em uma terceira... Para Descartes, o centro privilegiado seria a glândula pineal, pois esta era uma estrutura ímpar do cérebro.

² Descartes (Meditações, 1641) admitirá a matéria (física, natural) dotada de extensão, divisibilidade (peso, volume...) como *res extensa*. Outras, como as quantidades matemáticas, de cunho eminentemente mental, sem extensão, peso e volume, denominará de *res cogitans*.

Desta forma, à luz das descobertas posteriores, coube a Descartes, no século XVII, estabelecer os rudimentos das funções fisiológicas que dão base às funções psíquicas. Malgrado o desconhecimento dos processos nervosos, afirmava ele que os estímulos externos, dentre eles o fogo, por exemplo, atuam sobre os órgãos do sentido. A partir deles a excitação se transmite ao cérebro e deste, aos músculos, provocando sua contração.

Este processo de reação aos estímulos mais tarde veio a ser denominado *ato reflexo*, unidade fundamental do sistema nervoso, que se mostrou de grande importância para desvendar os mecanismos do cérebro, visto que é através do reflexo que o organismo se adapta ao meio.

Se por um lado a herança cartesiana do conceito de *res extensa* considerou o corpo humano como uma máquina constituída por ossos, nervos, músculos, veias, sangue e pele, cujo desencadear de movimentos se faz devido aos estímulos visuais e sonoros na forma do que hoje conhecemos como arco reflexo, por outro, o princípio da dúvida – *cogito ergo sum* – deu a Descartes a certeza de que o mundo existe. Para o filósofo, o que vemos, fazemos e usamos não passa unicamente de um conjunto de sensações ou signos de influência externa, passivos, portanto, de construção pela mente.

Embora não desconhecendo o racionalismo que acredita o pensamento e o raciocínio independentes da experiência como fundante do conhecimento, julgamos fundamental o papel das sensações para as atividades de ensino/aprendizagem formal e informal, mormente de crianças e adolescentes.

Seguindo a trilha do Materialismo, onde os fenômenos psíquicos são considerados como aspectos fenomênicos do comportamento (Vygotski, 1991, p.63), a mente e o corpo constituem uma só entidade, inseparável, formada pela mesma matéria e, portanto, passível das mesmas explicações físicas.

O papel das sensações e do mundo material como fonte do conhecimento é apontado por Rousseau, em *Emílio ou da Educação*, quando afirma: *Transformemos nossas sensações em idéias, mas não pulemos de repente dos objetos sensíveis aos objetos intelectuais. É pelos primeiros que devemos chegar aos outros. Que os sentidos sejam sempre os guias em nossas primeiras operações do espírito: nenhum outro livro senão o do mundo, nenhuma outra instrução senão os fatos. A criança que lê não pensa, só lê; não se instrui, aprende palavras.* (Rousseau, 1982, p.175)

Smirnov, Leontiev, Rubinshtein e Tieplov (1961, p.95) definem as sensações como *reflexos das qualidades isoladas dos objetos e fenômenos do mundo material que atuam diretamente sobre os nossos órgãos dos sentidos*. Podemos depreender desta afirmação, que corrobora o posicionamento aristotélico, que a sensação permite fazer a ligação da mente com o mundo material, de forma que percebemos a cor, forma, tamanho, calor, cheiro e/ou estado de movimento dos corpos à nossa volta por meio deste canal de comunicação que nos fornece a imagem subjetiva do mundo.

Segundo ainda esses autores, a sensação, portanto, é o resultado da ação de um estímulo sobre o organismo, produzindo uma excitação. Os mecanismos desta intrincada rede de comunicação situam-se nos *analísadores*³, órgãos que se adaptam de *maneira reflexa* sobre a influência dos *estímulos*, num complexo processo que envolve análise e síntese, alcançando o chamado conhecimento objetivo do mundo.

Se considerarmos a vida de modo reducionista, ao fim e ao cabo, como um fenômeno de natureza elétrica, é por intermédio do *arco reflexo* que os analisadores transformam a energia dos estímulos em energia dos processos nervosos, mantendo o corpo em estado de alerta.⁴

Em resposta ao arco reflexo o organismo reage com um ato condicionado – o reflexo. Assim, os pêlos da pele são eriçados quando o corpo reage à sensação de frio após a evaporação da água do banho; contraímos a pupila, fechamos os olhos no momento em que incide demasiada luz sobre nós; afastamos a mão imediatamente após ou antes de tocar a chama.

Ao atuar, o estímulo causa uma excitação no receptor que vai além dos periféricos, rumo ao centro nervoso, com uma velocidade aproximada de 120 m/s, na dependência do diâmetro e da fibra e da mielinização. A primeira parada do estímulo é no subcórtex cerebral. Qual seria, na realidade, a função do subcórtex no animal⁵? É ele que vai garantir a diferenciação elementar entre luz e obscuridade, densidade dos

³ Os *analísadores* são órgãos constituídos por um *seletor periférico*, receptor sensorial dos estímulos provenientes do mundo exterior - *nervos aferentes* (centrípetos) que conduzem o estímulo aos centros nervosos - e pelo *corpo cerebral, constituído pelo córtex e subcórtex* - que elaboram os impulsos nervosos advindos do setor periférico.

⁴ A energia do estímulo geralmente é mecânica ou eletromagnética. A energia do processo nervoso está presente na produção dos "potenciais de ação".

⁵ Conforme Smirnov et al. (1961, p.140), os experimentos da escola de Pavlov com cães, dos quais foram extirpados o subcórtex cerebral, forneceram fortes indícios para esta afirmação.

sons, e as diferenciações dos estímulos táteis. Todavia, é no córtex que os processos mais eficientes se desenrolam.

A cada receptor corresponde um conjunto de células – uma região – do córtex cerebral, de tal sorte que distintos pontos do córtex correspondem a distintas zonas de sensações: visão, audição e demais órgãos dos sentidos, ou seja, no córtex localizam-se as *Áreas de Associação*, nova denominação para a antiga *zona de projeção* da periferia, a partir da carta de Brodmann⁶, criada em 1909 e ainda hoje utilizada.

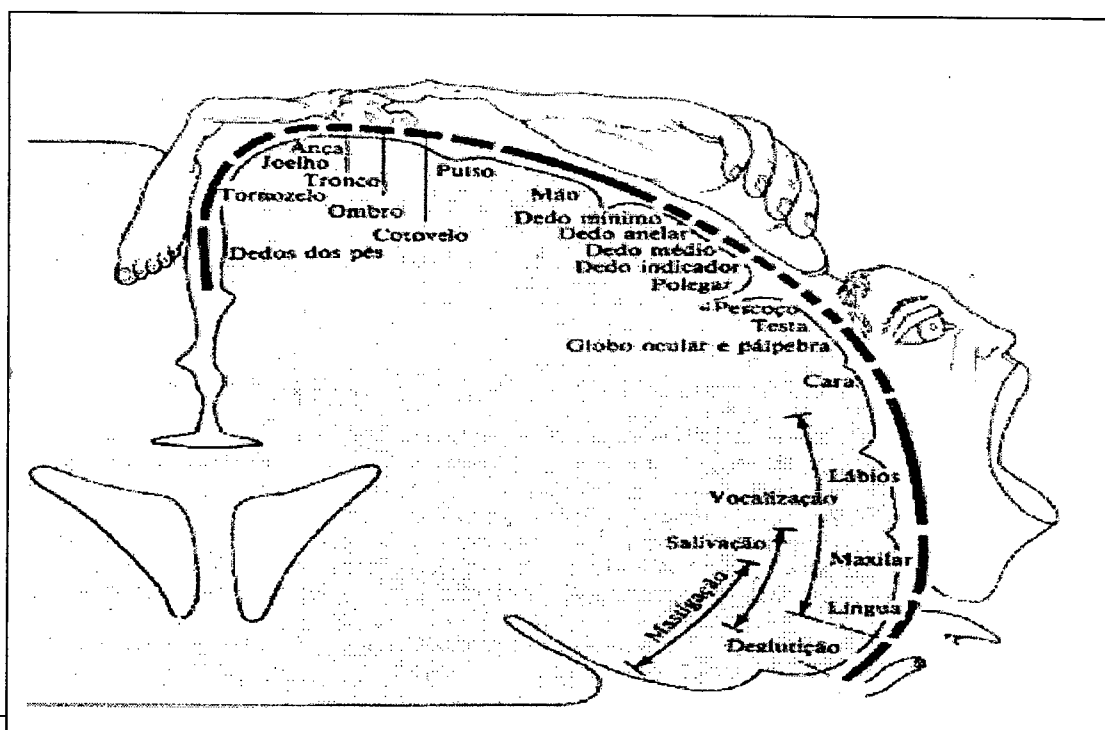


Ilustração 1 – A gravura mostra as áreas de projeção do controle cerebral sobre o corpo humano, conf. Teixeira, 1989

A chegada dos estímulos ao córtex é atestada por meio do registro dos potenciais bioelétricos do cérebro.

De interesse pedagógico podem ser citados alguns ciclos de ondas cerebrais, a saber: *alfa*, *beta*, *teta* e *delta*.

⁶ Conforme Changeaux (1991, p.31), Brodmann, retomando os trabalhos de Paul Broca (médico de Paris, autor das primeiras teorias em favor da inteligência diferenciada em função do sexo), divide o córtex em 52 áreas com funções diferenciadas, por exemplo: visão (áreas 41 e 42 temporais), audição (áreas 44 e 45), motricidade (área 17 occipital). Modernamente, fala-se em Áreas de associação.

Para o indivíduo em estado de repouso ou vigília relaxada, predomina o *ritmo alfa*, oscilações elétricas com frequências compreendidas entre 9 e 12 Hz. Autores como Douglas (1999, p.154) afirmam que o relaxamento do corpo e da mente provoca um estado maior de consciência em termos de atenção e concentração, possibilitando assim que o sujeito renda mais nos estudos e na aprendizagem.

Em regime de vigília atenta e colocando-se eletrodos no córtex é possível marcar as variações de potencial elétrico que acusam a presença de estímulos externos, inibindo o ritmo alfa e mapeando o *ritmo beta*, com frequência entre 13 e 25 Hz. Neste estado, Douglas afirma que o sujeito está mais ativo, podendo sentir medo, tensão e ansiedade, o que o leva ao movimento, à atividade física. Já o *ritmo teta* compreende uma frequência de 4 a 7 Hz, trazendo o sono leve, ocasião em que a mente processa as informações recolhidas. Em *ritmo delta*, porém, de 0,5 a 3,0 Hz, o indivíduo está em sono profundo e total inconsciência, oportunidade em que a mente processa os estímulos que foram captados e absorvidos abaixo do limiar da percepção consciente.

Verifica-se, pelo fato do organismo facilitar conexões nervosas, que um estímulo, ao incidir sobre um receptor, afeta também, de forma sistêmica, o corpo como um todo. Embora não exista uma relação causal, ela é, sem dúvida, uma relação correlativa. Aqui reside uma das incongruências do dualismo: se corpo e mente são formados de substâncias distintas, as evidências trazem indícios de que, porém, não são independentes. Por exemplo, quando incide grande luminosidade sobre o olho, ocorre uma reação imediata e de alta intensidade na *púrpura óptica*⁷ ao mesmo tempo em que a íris se contrai em ajuste. Pode-se verificar ainda que, ao mover os olhos em busca de uma fonte de luz, ocorrem automaticamente mudanças na convexidade do cristalino em busca da formação de imagem precisa do objeto na retina, no processo de acomodação; varia o número de terminações nervosas periféricas (cones e bastonetes) do nervo óptico em que atuam, atestando a transmissão reflexa da excitação dos centros nervosos ao receptor.

Por esta razão, e por diversas contribuições recentes da neurofisiologia e da cognição, adota-se neste estudo a concepção materialista reducionista, considerando a

⁷ George Wald, Nobel de Fisiologia de 1967 pela descrição do mecanismo da visão primária, mostrou que quando um único *quantum* de luz incide sobre um bastonete ou um cone no olho, faz reagir na retina a *púrpura isual* que possui grande concentração de rodopsina (mudando de cor, ficando esbranquiçada) que se transforma em vitamina A, ao perder energia. (Bronowski, 1997, p.14).

mente – enquanto matéria, o cérebro, em última análise, constituída do mesmo material físico e corpóreo.

O processo da emissão de sinais pelos sistemas nervosos é também complexo: as propriedades físicas e eletroquímicas das membranas axonais foram quantitativamente descritas por Hodgkin; Huxley, em 1952, utilizando em seus experimentos o axônio gigante da Lula (*Loligo brasiliensis*). Estes pesquisadores puderam determinar o mecanismo básico da produção e propagação do potencial de ação das células, via Bomba de Sódio⁸, com trocas iônicas de Sódio e Potássio.

É por intermédio do sistema nervoso central – SNC⁹ (composto pelo cérebro e medula espinhal) –, através das conexões com os órgãos sensoriais (receptores) e efetores (músculos e glândulas), que as reações de resposta do organismo aos estímulos exteriores chegam ao psiquismo, enquanto consciência, *força dinâmica que emerge da interação do indivíduo com o meio*.

A ligação entre mente e corpo¹⁰ - dualismo estratégico porque contribui didaticamente para tornar mais claras as descrições dos processos complexos - é realizada por meio dos numerosos nervos sensitivos e motores constituintes do sistema nervoso periférico – SNP (composto pelas fibras aferentes e eferentes e órgãos sensoriais), que possibilita as conexões entre o meio físico, externo (matéria) e o psiquismo (consciência).

A parte superior do sistema nervoso central é constituída pelos hemisférios cerebrais. Neles residem os núcleos (antigos gânglios) subcorticais (parte mais profunda) onde situa-se o tálamo que forma parte do cérebro médio, constituindo-se o conjunto que se intitula de subcórtex e o córtex cerebral – uma camada de células nervosas situadas na sua superfície.

⁸ Vale ressaltar que a Bomba de Sódio lida com a proteína (ATPase – Na – K) que transporta íons para fora da célula ativa contra o gradiente de concentração.

⁹ O SNC é composto por duas partes principais: o Encéfalo e Medula espinhal. O Encéfalo comporta o Tronco cerebral (Cerebelo, Bulbo, Ponte e Mesencéfalo) e o Prosencéfalo (Dencéfalo com o Tálamo e o Hipotálamo e o Cérebro (com os Hemisférios cerebrais). Por sua vez, o SNP, composto pelos nervos, pode ser subdividido em Sistema Aferente, que fornece informações dos receptores periféricos ao SNC e Sistema Eferente. Este, comporta o Sistema Nervoso Somático – fibras que vão do SNC aos músculos esqueléticos e Sistema Nervoso Autônomo (incosciente), composto pelos músculo cardíaco, musculatura lisa e glândulas.

¹⁰ Conforme Pinker (1999, p.35), a teoria Computacional da Mente, expressa pelo matemático Alan Turing e pelos cientistas da computação Alan Newell, H.Simon e M.Minsky e pelos filósofos Hilary Putnam e Jerry Fodor (informação e computação residem em padrões de dados e em relações de lógica que são independentes do meio físico que os conduz), resolve o paradoxo corpo-mente ao conectar o etéreo mundo dos significado e da intenção (mente) a um pedaço físico de matéria (cérebro).

O córtex e os gânglios basais são a essência material das funções psíquicas e efetuam os tipos mais complexos de atividade reflexa, coordenando as funções complexas como a respiração, a digestão e a circulação sanguínea.

Sabe-se que, embora dois lados de uma mesma moeda, os hemisférios cerebrais são muito diversos e possuem especializações funcionais em 97,0% da população. O Hemisfério esquerdo retém o controle da linguagem, motor fino e memórias verbais enquanto o Hemisfério Direito age sobre a habilidade espacial, a memória visual e sonora.

Douglas (1999, p.150-1) afirma que o lado esquerdo do cérebro trabalha a linguagem, a fala, os números, as habilidades matemáticas. O lado direito trabalha mais as questões voltadas para a rima, o ritmo, a música, a imaginação, modelos e harmonias.

A literatura aponta (Douglas, 1999; Guillon; Mirshawka, 1994) a necessidade que temos de compreender e explorar as habilidades que possuímos, em função do uso privilegiado de um dos hemisférios cerebrais. Este conhecimento possibilitaria, em tese, a objetivação de uma seqüência lógica de procedimentos visando uma carreira acadêmica, estudiosa, disciplinada, privilegiando o hemisfério esquerdo, ou a carreira artística criativa e livre, ao se privilegiar o hemisfério direito.

O sistema nervoso tem por base fundamental uma unidade microscópica – o neurônio (Ilustração 2). Nele podem ser identificadas três porções principais: o corpo celular ou soma, as dendrites e o axônio. O corpo celular contém o núcleo, organelas (mitocôndrias e ribossomas) e o citoplasma. O axônio é um eixo cilíndrico que tem por função a transmissão de sinais na forma de pulsos elétricos. As dendrites são ramificações terminais nervosas, locais de junções com outras células, oferecendo ampla área de contato para a ocorrência das sinápses.

As sinápses constituem junções anatomicamente especializadas entre dois neurônios, como se pode ver na Ilustração 3, o local das interações fundamentais dos neurônios¹¹, cumprindo a sua função ligacional de informações na rede nervosa, por intermédio da qual se transmite a excitação entre neurônios também procedente dos órgãos dos sentidos.

Entre as duas células – neurônio 1 transmissor e neurônio 2 receptor -, haverá um espaço (sináptico) entre a membrana pré-sináptica, do neurônio 1, e a membrana pós-sináptica, do neurônio 2. Ao chegar o impulso nervoso pelo axônio do

¹¹ Vários modelos, inclusive matemático, coneccionista, computacional, mecanicista, dentre outros, são descritos no texto de Kovacs (1997).

neurônio 1, pré-sináptico, este libera substâncias neurotransmissoras armazenadas em vesículas que se difundem pela fenda sináptica, produzindo modificações da permeabilidade da membrana do neurônio 2, permitindo a entrada e saída de íons.

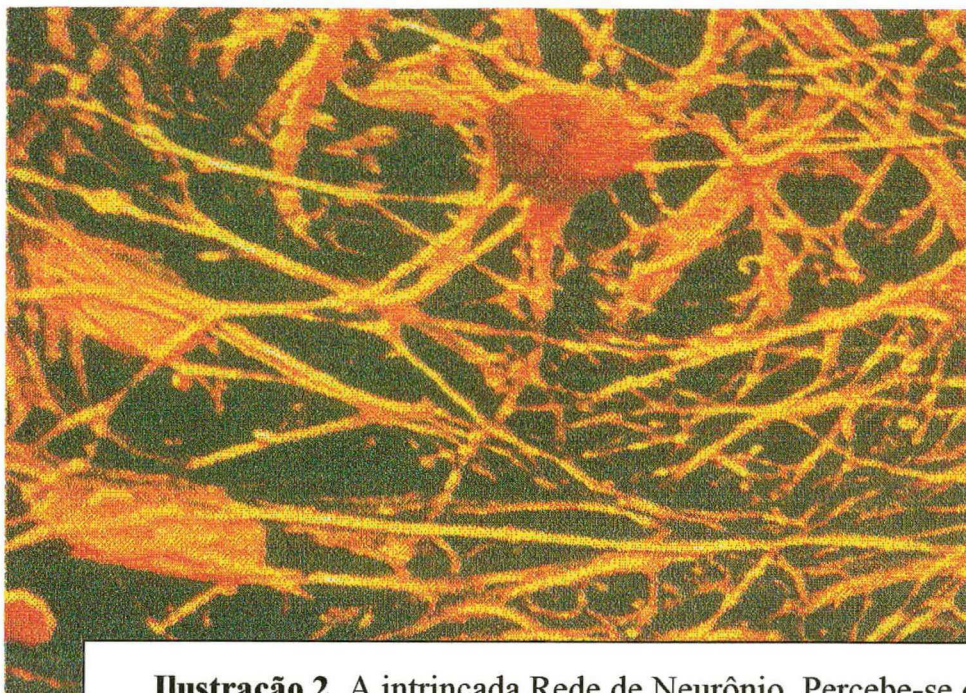


Ilustração 2. A intrincada Rede de Neurônio. Percebe-se o neurônio, seu axônio e as dendrites do córtex cerebral. (Parker, 1989)

Assim, ao cumprir o papel de transmissor da informação, o neurônio recebe em forma de pulsos elétricos e a transforma em estímulo químico no ato da transmissão através da junção sináptica. Ao chegar ao outro neurônio, o receptor, o estímulo químico é então convertido em elétrico novamente, fechando-se o ciclo de transmissão da mensagem entre dois neurônios de uma cadeia¹².

Os analisadores - receptores sensoriais -, por sua vez, podem ser divididos em três espécies em função de sua localização no corpo: internos, médios e externos.

O presente trabalho privilegia o estudo dos receptores externos e trataremos, em momento oportuno, dos receptores médios que possuem suas terminações periféricas no interior dos músculos e nos tendões – os proprioceptores – especializados nas sensações cinéticas, motoras de rotação e translação dos corpos no espaço, de valoração da distância e peso dos objetos. Eles entram em ação quando avaliamos a força que imprimimos ao pé ao chutar uma bola ou à mão ao apertarmos algo, por exemplo.

¹²Este processo sinóptico pode ser verificado de forma simples e competente, em Del Nero (1997, p.45-58).

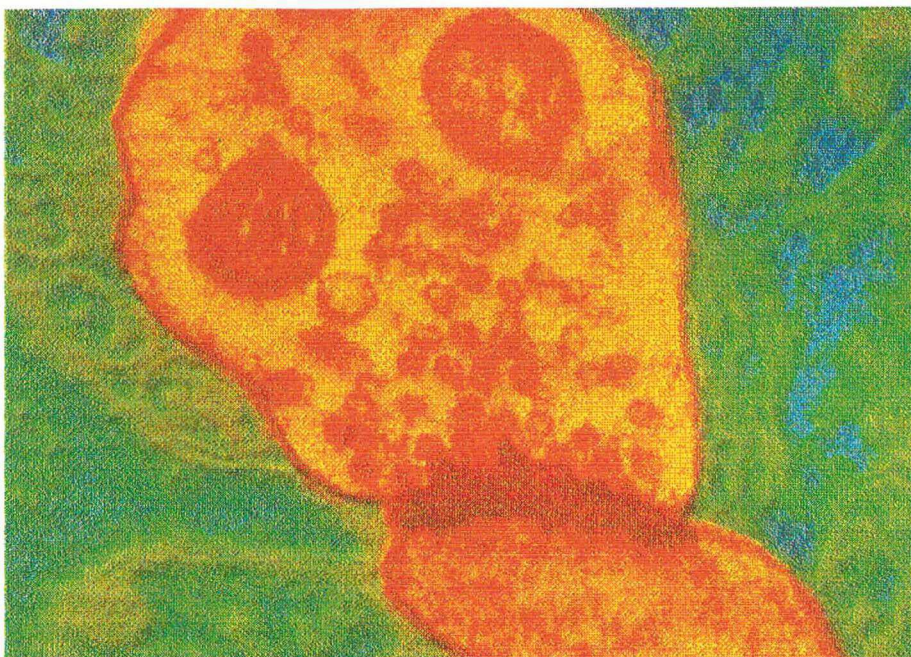


Ilustração 3. Sináapse. Junção entre dois neurônios (em vermelho forte) e o lançamento das vesículas contendo a substância química neurotransmissora, conf. Parker, 1989.

Os receptores externos colhem os estímulos através dos receptores sensoriais na superfície do corpo, os exteroceptores. A ação destes está condicionada a determinadas condições físicas e orgânicas.

O fisiólogo J. Muller (citado por Smirnov et al., 1961, p.97) observou que os órgãos do sentido reagiam sempre da mesma forma aos mesmos estímulos. Isto o levou a afirmar que a base deste fato estava na liberação de uma espécie de energia própria para cada órgão quando sobre ele atuam quaisquer estímulos. Por esta razão, o olho responde somente com uma sensação luminosa aos estímulos mecânicos, luminosos e elétricos. As pessoas que receberam impactos sobre os olhos, num jogo de futebol, por exemplo, devem recordar-se perfeitamente da explosão de luzes e cores (estrelinhas...) que acompanha o ato traumático no olho.

Verificou-se também que aos mesmos estímulos, por exemplo, a eletricidade, o olho reage com uma resposta através de uma sensação luminosa; o ouvido, com uma sensação sonora, etc. Por esta razão, supôs Muller, as sensações não nos fornecem as qualidades precisas dos corpos mas apenas caracterizam estados dos órgãos dos sentidos.

A teoria Histórico-Cultural alerta que estas formas de reação nada mais representam que a especialização adaptativa dos órgãos dos sentidos a um tipo de

estímulo. A fina diferenciação das sensações humanas é o resultado de maior sensibilidade elaborada pelo organismo e deve-se ao processo evolutivo da sociedade, ditado pelo meio externo e em parte pelo social, o que leva o sujeito a desafios cada vez mais criativos.

Não há portanto um espelho nas nossas “leituras de mundo”. Qualquer interação do sujeito com o meio implica em processamento, adaptação, filtro, transformação.

A natureza é rica em exemplos desta adaptação e da especialização dos órgãos dos sentidos:

☐ Peixes que vivem em cavernas profundas, longe da luz do sol, são albinos e não possuem os órgãos visuais desenvolvidos, pois não os utilizam;

☐ Um peixe de quatro olhos (popular nos igarapés da América do Sul) vive em águas pouco profundas e percebe alimentos por cima da água, pois seus olhos estão setorizados, dois para o meio externo e dois para o meio interno. Ele possui os cristalinos modificados em relação à refringência dos meios: dois superiores que dão conta da parte de fora da água, o ar, e dois inferiores voltados para a visão em campo interno ao meio aquoso;

☐ A sensibilidade das mãos em relação à sensação de quente/frio é alterada em pessoas que lidam continuamente, por longo período, com água quente. Por exemplo, pessoas que fazem café em bares e lanchonetes. A sensação de quente para eles, em função do tato (mãos), seguramente não é a mesma para qualquer um dos freqüentadores;

☐ Apurado olfato e gosto nos provadores profissionais de perfume, vinho, café, queijo e fumo;

☐ Aprimorado ouvido dos afinadores de piano e violino; os violinistas identificam melhor os tons e semitons do que os pianistas;

☐ As visões diurna e noturna são bastante diversas, a partir da presença e ausência de cones. Os animais noturnos puros não possuem cones que permitem a visão colorida, e os olhos dos animais diurnos puros não possuem bastonetes;

☐ Adaptado à luz do sol que se difunde sobre a superfície da Terra, o homem não pode ver os raios ultravioletas nem os infravermelhos; o seu limite de visão é confinado à parte visível do espectro das radiações eletromagnéticas.

Vale lembrar que as radiações eletromagnéticas possuem um amplo espectro. Trabalhando sempre com a luz, dificilmente nos lembramos que a família das ondas eletromagnéticas (Tabela 1) é muito maior que a fina faixa da luz visível.

Tabela 1. Radiações Eletromagnéticas
(Adaptado de Miller Jr; Dillon; Smith, 1974:344).

| Tipo de Radiação | Frequência | Comprimento |
|--|---|---|
| | (Hz) | (m) |
| Baixa frequência usada em comunicações | 10^4 | 3×10^4 |
| AM | 0.55×10^6 — 1.60×10^6 | 545 — 188 |
| FM | 88×10^6 — 108×10^6 | 3.40 — 2.78 |
| TV | 54×10^6 — 890×10^6 | 5.55 — 0.34 |
| Radar | 10^9 — 10^{11} | 3×10^{-1} — 3×10^{-3} |
| Microondas | 10^{12} | 3×10 |
| Infravermelho | 10^{11} — 3.8×10^{14} | 3×10^{-3} — 8×10^{-7} |
| Luz Visível | 3×10^{14} — 7.5×10^{14} | 8×10^{-7} — 4×10^{-7} |
| Ultravioleta | 7.5×10^{14} — 3×10^{17} | 4×10^{-7} — 10^{-9} |
| Raios X | 3×10^{17} — 3×10^{19} | 10^{-9} — 10^{-11} |
| Raios Gama | $> 3 \times 10^{19}$ | $< 10^{-11}$ |

Os raios ultravioletas¹³, de comprimento de onda de 4.000 \AA ($4,0 \times 10^{-7} \text{ m}$), são, em parte, retidos pela atmosfera e por esta razão, grosso modo, não têm interferido diretamente nas transformações biológicas da espécie. Porém, os raios infravermelhos, de comprimento de onda por volta de 8000 \AA ($8,0 \times 10^{-7} \text{ m}$), são térmicos, e portanto produzidos também pelo próprio organismo, inclusive pelas paredes internas do olho. Caso pudéssemos vê-los, muito provavelmente deixaríamos de perceber a parte visível da luz e estaríamos olhando mais para o interior dos seres vivos, inclusive o nosso, ao invés de nos fixarmos no exterior...¹⁴

¹³ De forma geral, os UV (nas suas gradações energéticas, UVA, UVB e UVC) interferem fortemente nas transformações biológicas, em laboratório, pois são responsáveis pelas mutações e reações fotoquímicas.

¹⁴ Na realidade, por limitações do corpo humano e de nossas condições bioquímicas de vida, não suportaríamos viver sob o foco de IV que são possuidores de altíssima energia.

A sensibilidade tem importância muito grande nesta adaptação, ou seja, as respostas aos estímulos externos com que reagem os receptores, que possui limiares que permitem ou não que ocorram e tomemos conhecimento desta excitação.

Ainda, alguns fatores são importantes para que o organismo possa perceber as sensações. Um destes fatores, sem dúvida, é o tempo de atuação do estímulo que pode implicar em mudanças no nível de sensibilidade, uma vez que a quantidade de energia que chega ao receptor depende deste fator. Um outro é a zona de estimulação, que aumentada, permite diminuir a intensidade de estimulação.

3. As Sensações: fornecendo as primeiras pistas

As sensações, portanto, constituem as fontes do conhecimento do universo exterior (e interior), representando os principais canais de acesso do mundo externo à mente, permitindo que o homem possa situar-se no meio físico, biológico, social, cultural, de forma consciente.

Lúria nos lembra: *as sensações permitem ao homem perceber os sinais e refletir as propriedades e os indícios dos objetos do mundo exterior e dos estados do organismo. Elas ligam o homem ao mundo exterior e tanto representam a fonte principal do conhecimento quanto a condição fundamental do desenvolvimento psíquico do indivíduo.* Lúria (1991:p.2)

Segundo este autor (p.13), em função dos analisadores, podemos ter:

1. Sensações interoceptivas;
2. Sensações proprioceptivas;
3. Sensações exteroceptivas:
 - de contato (paladar e tato)
 - de distância (olfato, visão, audição).

Dentre as modalidades acima, são de importância para o nosso trabalho as sensações:

- **Visuais** – adquiridas por intermédio dos órgãos da visão;
- **Auditivas** – por intermédio dos órgão da audição;

- **Proprioceptivas** - dos tipos táteis, vibracionais e térmicas.

Em função da elevada especialização dos órgãos dos sentidos, num longo processo evolutivo/adaptativo, a psicologia moderna constituiu um quadro que descreve as interações com a matéria, em função do movimento e da percepção de cada órgão dos sentidos, conforme podemos ver:

- Oscilações Mecânicas de até 1,5 mil Hz são perceptíveis pela pele com sensações táteis;
- Oscilações sonoras com frequência abaixo de 20 Hz são percebidas pelo ouvido interno com sensações auditivas;
- Ondas elétricas de comprimento variando entre 0.1 e 0.004 mm, com frequência de $8 \cdot 10^{14}$ Hz, são sentidas pela pele com a sensação de calor;
- Ondas luminosas de comprimento de 0.0008 a 0,004 mm e frequência de $4 \cdot 10^{14}$ Hz são acusadas pela retina/olhos com sensações de luz e calor. (Conf. Luria, 1991, vol.2, p.5).

Verifica-se que determinadas ondas mecânicas (produzidas por um diapasão, por exemplo) são percebidas pela pele e ou pelos ossos. Esta capacidade vem sendo utilizado para a alfabetização e ensino curricular de surdos em muitos centros de recuperação de portadores de deficiências auditivas totais na Europa e nos Estados Unidos. Os surdos reagem à oscilação situada entre 10 e 15 Hz a partir da sensibilidade vibrátil, colocando a mão sobre os instrumentos, por meio das vibrações do piso ou de um móvel, acompanhando assim o compasso, por exemplo, de músicas ou batimentos determinados.

Por outro lado, as oscilações eletromagnéticas de comprimento de onda entre $8,0 \times 10^{-7}$ m e $4,0 \times 10^{-7}$ m, com frequência aproximada entre $4 \cdot 10^{14}$ Hz e $8 \cdot 10^{14}$ Hz, são percebidas pela retina, provocando sensações de luz e cores.

A seguir, vamos descrever alguns processos de adaptação aos estímulos estudados, a partir do estudo das sensações.

3.1.Sensações dos estímulos luminosos

As sensações visuais são conseqüências da ação das ondas eletromagnéticas correspondentes à parte visível do espectro sobre o receptor luminoso do olho (Smirnov et al., opus cit., p.112), cuja composição anatômica pode ser vista na Ilustração 4, a seguir.

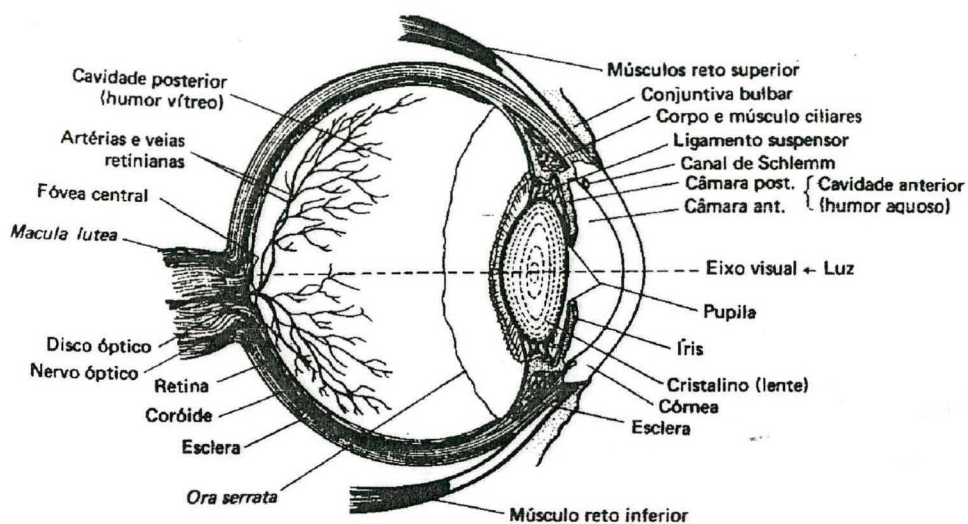


Ilustração 4. Corte do olho humano oferecendo riqueza de detalhes de sua anatomia. (Okuno et al., 1986)

De estrutura complexa, o olho humano pode, grosso modo, ser descrito pelo conjunto de partes principais que o compõem: a parte anterior, formada pela córnea, camada curva, transparente, clara, não vascularizada, que é responsável por 2/3 da focalização da luz na retina. Atrás da córnea encontra-se um fluido claro, praticamente incolor, que é produzido continuamente e responsável pela manutenção da pressão normal do olho (15 mmHg) e fornecimento de nutrientes à córnea, cujo excesso escoo pelo canal de Schlemm, o humor aquoso.

Logo após vem a íris (que pode possuir a cor azul, verde, castanha ou cinza), composta por musculaturas ciliares e radiais que possibilita aumentar ou diminuir a pupila, abertura do olho por onde penetra a luz.

A luz então encontra o cristalino – a lente do olho, constituída por fibras transparentes, que é envolvido em membrana clara e elástica e é responsável por 1/3 da focalização da luz na retina. Alterando-se a forma do cristalino, altera-se o poder de focalização, no processo chamado acomodação visual, que corrige as distorções para a acuidade visual para perto ou para longe.

Depois do cristalino penetramos no humor vítreo, substância clara e gelatinosa que preenche o espaço entre o cristalino e a retina. Na retina – membrana cor-de-rosa que cobre quase toda a superfície interna do olho – serão formadas as imagens.

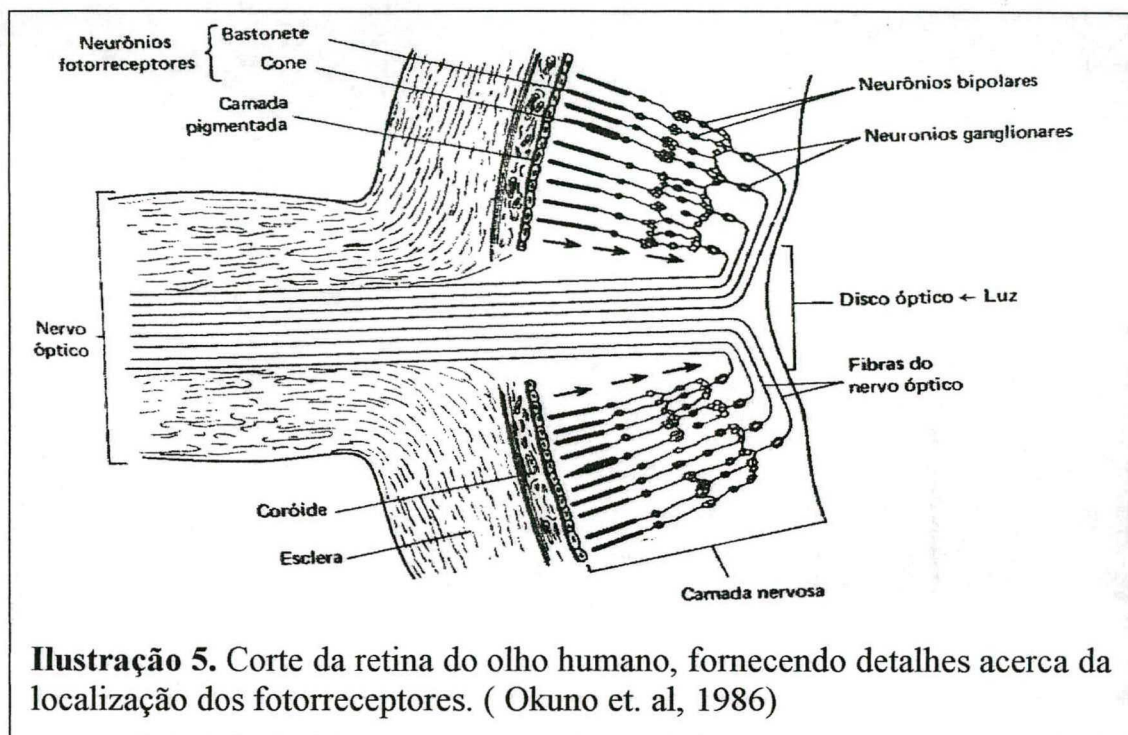


Ilustração 5. Corte da retina do olho humano, fornecendo detalhes acerca da localização dos fotorreceptores. (Okuno et. al, 1986)

Na retina situam-se, em camadas, os fotorreceptores – cones e bastonetes espalhados por toda a retina, apresentando no seu centro a fóvea, local que acumula alta concentração de cones e total ausência de bastonetes.

Os fotorreceptores são responsáveis pela visão diurna e noturna. A visão noturna depende dos bastonetes que possuem uma grande sensibilidade à luz de baixa intensidade; 130 milhões destas células, ricas em um pigmento chamado rodopsina, constituem a púrpura visual que reage com os fótons vindos do exterior. Por sua vez, a visão diurna depende dos cones (7 milhões de células) ricas em outras opsinas. Este processo das duas visões existem concomitantemente, porém quando um dos fotorreceptores estão atuando com primazia, o outro parece ter seu efeito suplantado ou atenuado, uma vez que os bastonetes são muito mais sensíveis à luz que os cones.

Acredita-se, segundo Okuno et al. (opus cit. p.173), que os cones do olho humano são sensíveis às cores primárias: azul, verde e vermelho. As cores intermediárias correspondem a reações complexas combinadas de vários tipos de

cones. Por exemplo, a cor amarela é resultante da estimulação, ao mesmo tempo, de cones vermelho e verde.

As moléculas de pigmento dos fotorreceptores, ao absorverem fótons, ionizam-se e alteram sua configuração a partir de partir de uma reação fotoquímica. Esse processo desencadeia um potencial de ação que se transmite por fibras do nervo óptico aos centros visuais do tálamo (subcórtex), e daí à região occipital do córtex, onde reside a parte final do analisador visual.

As sensações luminosas, quanto às cores, podem ser divididas em dois grupos: sensações acromáticas – pelo reconhecimento de tons de cinza, branco e preto de diferentes luminosidades – e sensações cromáticas, das quais fazem parte todas as cores menos as anteriormente enumeradas.

A luz solar, percebida como branca, é um conjunto de radiações de vários comprimentos de onda que podem ser observadas quando dispersas por um prisma de refração. O fenômeno da refração permite verificar o seguinte espectro cromático em função do comprimento de onda, como se pode verificar na ilustração 6 .

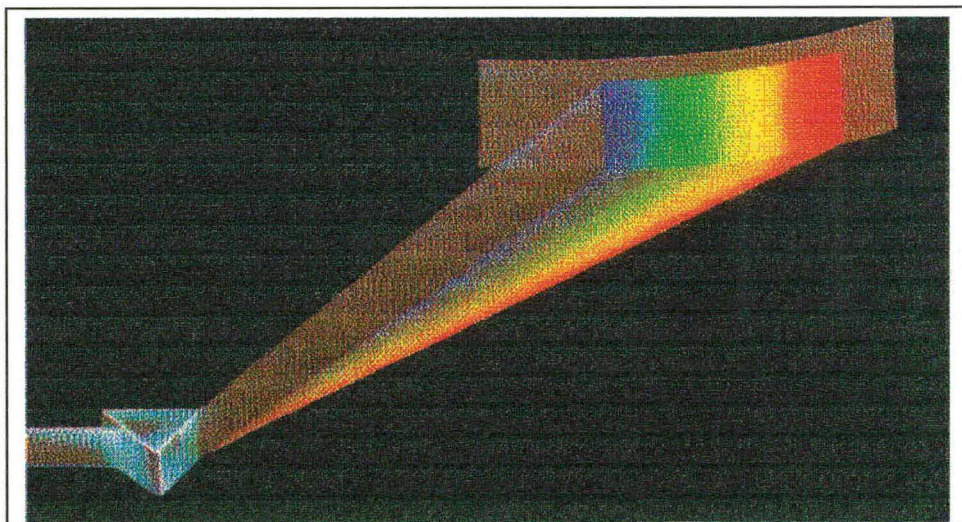


Ilustração 6. Espectro da luz branca a partir de prisma de difração.(Conf. Isaacs: Pitt, 1976)

Vale ressaltar que diferentes comprimentos de ondas viajam a diferentes velocidades em um mesmo meio. O índice de refração – a relação entre a velocidade da luz no meio e a velocidade da luz no vácuo – varia, portanto, em função do comprimento de onda, sendo maior quanto maior for o comprimento de onda, permitindo assim, ao vidro, separar as cores que compõem a luz branca, na dependência da forma do prisma. Assim, disitntos comprimentos de onda causam no

olho diferentes sensações de cores, sendo maior a sensibilidade para os raios luminosos de menor comprimento, por volta de 5.650 Å; por esta razão esta faixa se faz perceber mais luminosa.

A importância dos comprimentos de ondas pode ser verificada a partir da variação da velocidade de propagação da luz e da densidade do meio onde esta se propaga. A velocidade da luz varia mais em um meio material do que no vácuo, conforme os diversos comprimentos de onda. O índice de refração (relação entre a velocidade da luz no meio e a velocidade da luz no vácuo) varia, portanto, em função do comprimento da onda, sendo maior quanto menor for o comprimento de onda, permitindo assim, ao vidro, separar as cores que compõem a luz branca.

Sabe-se que a possibilidade de ver em cores está associada à pouca sensibilidade para a luz que possuem os cones. Eles reagem às intensidades (brilho) mais altas, principalmente a partir do sistema de cones sensíveis faixas do vermelho, verde e azul, bem como a sua mistura.

Tabela 2. Comprimentos de ondas da luz visível. (Conf. Miller Jr; Dillon; Smith, 1974, p. 362)

| Cores | Comprimento de onda aproximado Å (Angstroms) |
|----------|---|
| Violeta | 3800 — 4500 |
| Azul | 4500 — 4900 |
| Verde | 4900 — 5600 |
| Amarelo | 5600 — 5900 |
| Laranja | 5900 — 6300 |
| Vermelho | 6300 — 7600 |

Muitos pesquisadores do século XVII explicaram a luz e/ou as cores (Kepler, 1604, 1611; Descartes, 1637; Gregory, 1663; Boyle, 1664; Huygens, 1690)¹⁵; todavia o grande tratado sobre Óptica, relevante em função da engenhosidade de seus experimentos e de suas conclusões, foi escrito por Newton e publicado em 1704. No

¹⁵ Os comentários efetuados por Assis, tradutor de Óptica, edição 1996 da Edusp, atesta as seguintes obras que tratam de luz/cores: Kepler (1604): *Ad Vitellonum Paralipomena* e (1611): *Dioptrice*; Descartes (1637): *Discours de la Méthode (La Dioptrique)*; Gregory (1663): *Óptica Promota*; Boyle (1664): *Experiments and Considerations Touching Colours* e Huygens (1690): *Traité de la Lumière*.

“Óptica”, são abordados os fenômenos das reflexões, refrações, inflexões e cores da Luz (Newton, 1996), a partir da hipótese corpuscular¹⁶, que foi valorizada fortemente após a repercussão dos trabalhos de Einstein sobre o Efeito Fotoelétrico.

Das proposições e teoremas, como por exemplo a Proposição 5, Teorema 4 do Livro I, Parte 2, p.121 que diz: *A brancura e todos os tons cinzentos entre o branco e o preto podem ser compostos de cores, e a brancura da luz do sol é composta de todas as cores primárias mescladas numa proporção devida*, e das experiências que foram realizadas, a transposição didática dos conteúdos sobre cores, luz e tintas e suas combinações deu origem aos seguintes princípios:

1ª - Para cada luz existe outra de cuja combinação se obtém o branco (cor acromática). Estas cores que se neutralizam são chamadas complementares. (o verde azulado é complementar do magenta, o azul é complementar do amarelo, etc);

2ª - Quando combinamos duas luzes não complementares se obtém uma nova cor intermediária entre elas (a combinação do azul e do magenta dá o violeta; o magenta com amarelo fornece o laranja);

3ª - A cor combinada não depende do conteúdo espectral das cores que se misturam. Dada uma das cores misturadas, por sua vez pode ser resultado da mistura de outras cores, pois a mistura do amarelo com o a luz azul dá sempre o branco (gris), independentemente da luz amarelo ser espectralmente limpo ou mistura.

A mistura de luzes coloridas pode ser apreciada na Ilustração 7, a seguir.

O fenômeno da sensação e percepção das cores¹⁷ é central para a visão. Quando um olho se ilumina com luz amarela e o outro com luz azul, o que se percebe é o branco, a mistura das duas luzes.

Por natureza genética ou não, o olho humano pode apresentar defeitos da visão em cores, dentre eles a acromatopsia - a cegueira para cores (total ou parcial)¹⁸.

¹⁶Valorizada até o início do século XIX, com as contribuições de Yang (1802) – médico e físico experimental -, que recoloca o modelo ondulatório (Huygens, 1690) como argumento decisivo para a melhor interpretação do fenômeno da interferência. Decorridos cem anos, a hipótese corpuscular retorna com Einstein em 1905 ao explicar o efeito fotoelétrico, oportunidade em que a ciência reconhece definitivamente o modelo de Newton. A Física Quântica estabelecerá a natureza dual da matéria.

¹⁷ Em se tratando de luz, são primárias as cores Vermelho, Verde e Azul. Em se tratando de pigmentos, são primárias as cores Amarelo, Magenta e Azul-Ciano.

¹⁸Este defeito pode apresentar-se em três versões: Primeira – cegueira para as cores do roxo e do verde. Como resultado, a pessoa que tem esta deficiência percebe todo o espectro em tons fundamentais - amarelo e azul - em consequência da diminuição do extremo do roxo no espectro [Daltonismo, em homenagem ao químico J.Dalton (1766-1844), autor da teoria do atomismo, acometido por esta deficiência]; Segunda - por uma diminuição da visibilidade para o verde do espectro; Terceira - com a percepção em tons roxos e azul-verde, pela redução da parte do violeta do espectro.

A Reflexão e a Absorção da luz são fenômenos que concorrem diretamente para a visão colorida dos objetos. Este fato é importante para a percepção principalmente da propaganda, da arte e da fotografia. Verifica-se que nos processos artificiais de produção das cores, portanto na fotografia, na televisão e na pintura, a combinação adequada dos três pigmentos de cores (amarelo, magenta e ciano) fornece, além do preto – anulação de várias delas -, outras complementares.

Quando a luz incide sobre um objeto, por exemplo na iluminação de palcos teatrais e shows, parte é refletida, parte é seletivamente absorvida. O comprimento de onda refletido determina a cor do objeto, como é percebido pela visão. Dessa forma, os objetos brancos refletem todos os comprimentos de onda, as substâncias pretas, porém, os absorvem, em função da luz que os ilumina.

Ao misturar-se luzes coloridas, a cor final é a composição de todas as luzes de cores individuais. Com a tinta, é diferente. O pigmento absorve parte do espectro, só refletindo uma cor. Daí porque se obtêm cores para fotografias e pinturas pela mistura na dosagem certa das tintas nas cores azul, amarela, magenta, branca e preto.

No caso da percepção das cores na TV, vemos o resultado de inúmeros pontos coloridos pelas cores primárias, verde, azul e vermelho. Isto porque, ao transmitir uma cena, a câmara de TV separa a luz nesses três componentes por intermédio de filtros (Isaacs; Pitt, 1976, p.102).

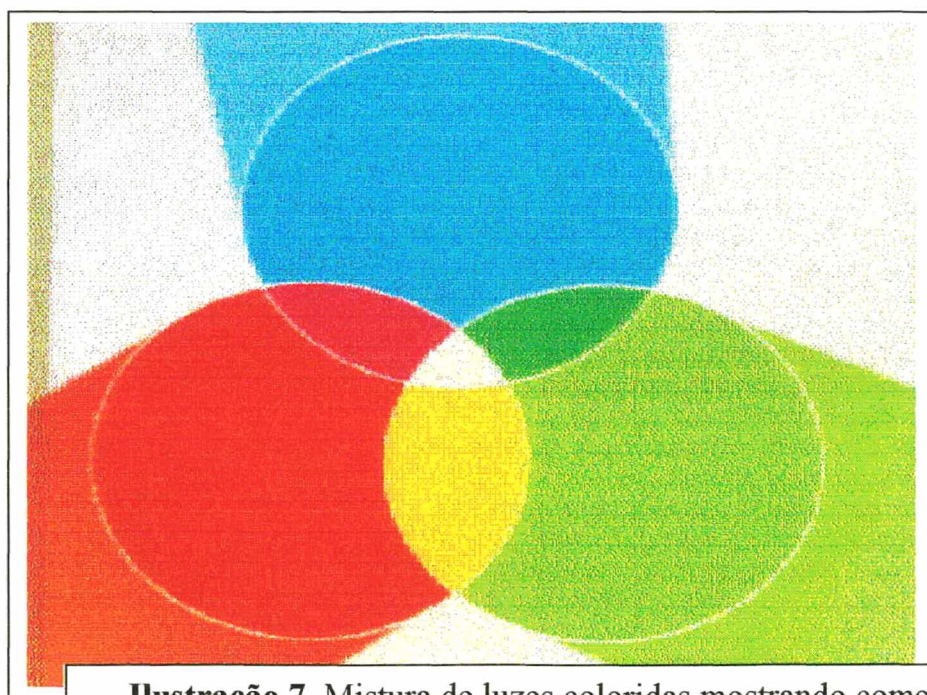


Ilustração 7. Mistura de luzes coloridas mostrando como resultante básico a luz branca, conf. Isaacs; Pitt, 1976

Ao receber estes sinais, o receptor desvia os feixes para a máscara de sombras, uma placa metálica que contém vários orifícios através dos quais passarão os raios de luz que ativarão feixes eletrônicos correspondentes. Atrás da máscara escura situa-se a tela da TV, coberta de pequenos pontos convenientemente agrupados três a três e revestida de fósforo ou similar fosforescente.

Quando ativados pelo feixe de elétrons incidente, cada ponto da tela emite uma luz na cor conveniente. Como se fosse uma única fonte, cada grupo de três pontos reage emitindo uma tonalidade de luz resultante da combinação das três originais, em função da intensidade de corrente elétrica de cada feixe.

Um ambiente de alta incidência luminosa que escurece subitamente provoca a cegueira instantânea/temporária. É como se estivéssemos em uma sala com muita luz e de repente, por queima de um fusível, faltasse luz. Pouco a pouco, porém, iniciariamos o processo de adaptação à obscuridade. A princípio, a sensibilidade cresce rapidamente, estabilizando-se a partir de um certo limiar. Poderemos então perceber, com alguma dificuldade, os vultos e silhuetas, os limites dos objetos e restabelecer a visão mais completa possível em alguns minutos.

Em contrapartida, ao passarmos da obscuridade parcial ou total para ambientes de alta luminosidade também teremos certa dificuldade em discernir, de imediato, os objetos, embora por um tempo muito mais curto, alguns segundos. Temos exemplo da “cegueira instantânea do condutor ao cruzar com veículo de farol alto”. O que permite o ajuste é, portanto, o mecanismo contrário, uma diminuição rápida de sensibilidade.¹⁹

No segundo caso, ocorrem os fenômenos contrários, diminuição da abertura da pupila, desconcentração da substância de reação luminosa e relaxação da musculatura, inclusive da curvatura do cristalino.

¹⁹No primeiro caso, entram em ação alguns processos: a) dilatação da pupila para o aumento da zona de captação de estímulos, num processo pupilar de aumento da sensibilidade por até 17 vezes; b) aumento da rodopsina, substância sensível à luz localizada na retina; c) participação dos mecanismos nervosos centrais para facilitar a locomoção dos impulsos nervosos que vão da retina ao cérebro, tornando-se mais ativos os receptores periféricos, inclusive a curvatura do cristalino. No segundo caso, ocorrem diminuição da abertura da pupila e a diminuição da concentração da substância de reação luminosa e relaxamento da musculatura, sobretudo da curvatura do cristalino – a lente do olho. (Conf. Smirnov et al., 1961, p.103)

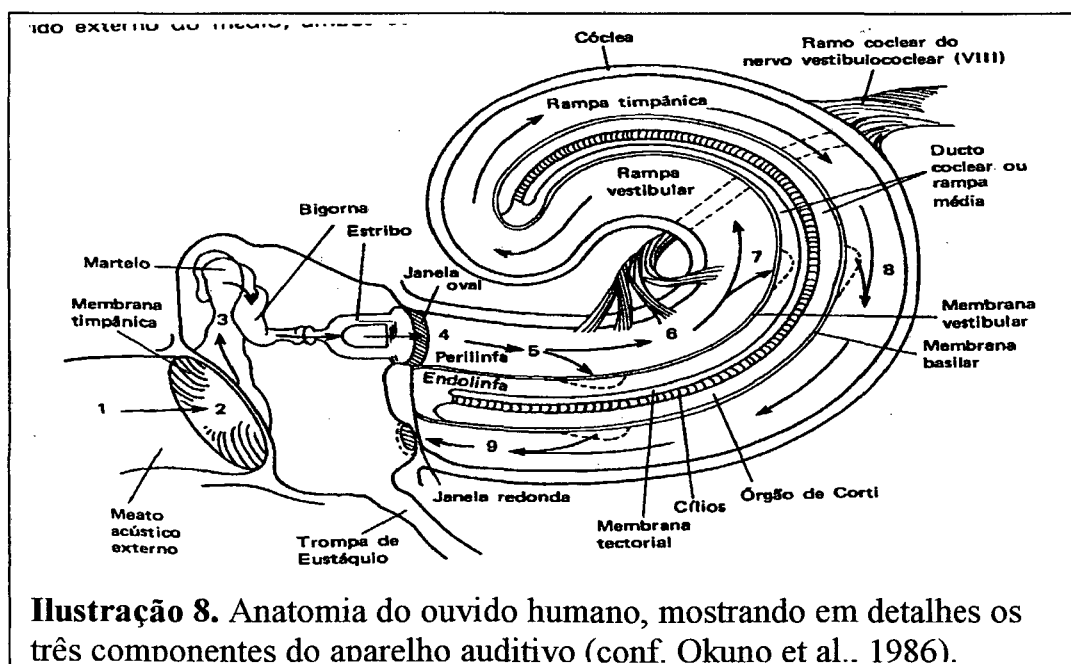
3.2. Sensações dos estímulos sonoros

As sensações auditivas são motivadas pela ação no receptor auditivo das compressões e rarefações periódicas do ar – ondas sonoras – resultantes das vibrações, necessariamente em meios materiais: sólido, líquido ou gasoso.

As ondas sonoras são longitudinais porque nelas as moléculas do meio oscilam paralelamente à direção de propagação da onda. Quando a fonte sonora vibra, produz um movimento equivalente nas moléculas do meio, que por sua vez influenciam as moléculas vizinhas, transmitindo assim a energia em todas as direções da perturbação.

O movimento oscilatório das moléculas causa variação harmônica da pressão do meio circunvizinho. O ouvido humano é capaz de captar e transmitir ao cérebro variações mínimas da pressão num meio causadas pela passagem do som no ar, amplificando-as através do complexo do ouvido - uma estrutura compartimentalizada em três partes principais: o ouvido externo, o médio e o interno, como pode ser visto nos detalhes na Ilustração 8.

As oscilações são recolhidas pelo ouvido externo – um pavilhão de cartilagens (orelha e conduto) que tem por terminalidade a membrana timpânica que separa o ouvido externo do médio. Por trás da membrana timpânica, já no ouvido médio, ocorre a ligação entre este e a faringe nasal pela trompa de Eustáquio que permite manter constantes as pressões dos ouvidos externo e médio.



/ No ouvido médio situam-se os ossículos martelo, bigorna e estribo, cuja função é transmitir e amplificar as vibrações mecânicas. Captadas pelo martelo, essas são impulsionadas sobre a bigorna, que transmite a vibração para o estribo, que por sua vez golpeia a janela oval, limite inferior do ouvido interno.

O ouvido interno, também denominado labirinto, é composto por uma série de cavidades na porção petrosa do osso temporal e uma série de dutos dentro das cavidades ósseas, possibilitando a divisão em labirinto ósseo e labirinto membranoso. O primeiro é dividido em vestíbulo, cóclea e canais semicirculares (Okuno et al., opus cit. p.234).

A cóclea é uma espécie de caracol contendo um canal espiralado, dividido por finas lâminas ósseas em três canais separados: rampa vestibular, rampa média e rampa timpânica, sendo a média preenchida por um líquido, a *endolinfa*, com elevada concentração de potássio e baixa concentração de sódio.

As duas outras rampas são preenchidas pela *perilínfa*, com alta concentração de sódio e baixa concentração de potássio, separadas pela membrana basilar, formada por uma grande quantidade de fibras transversais. Nela encontra-se o órgão de Corti, formado por células ciliadas, responsáveis pela conversão do som em sinais elétricos. É no órgão de Corti que se faz a seletividade dos estímulos, cujas frequências variam entre 20 e 20.000 Hz.

Quando uma pessoa fala ou canta, ouve sua própria voz porque as vibrações das cordas vocais chegam ao ouvido por intermédio do ar e dos ossos. Este fenômeno só é possível porque qualquer vibração no crânio pode causar vibração nos líquidos do ouvido interno, ouvindo por condução da vibração do som pelos ossos.

A teoria mais viável para explicar esta seletividade é do médico-físico alemão H. von Helmholtz (1821-1894) que afirmou que cada fibra da membrana basilar ressoa com uma frequência determinada de oscilação, atuando em distintas cordas da membrana em que se apóia o órgão de Corti, fazendo vibrar determinadas células deste. As fibras mais curtas, na base, próximo ao ouvido médio, respondem aos sons altos (demais frequências), e as largas, que estão no alto, na porção mais distante do ouvido médio, aos baixos, ou de pequenas frequências. O efeito microfônico do

caracol, descoberto por Weber; Bray²⁰, parece apontar para a comprovação desta teoria.

As sensações auditivas são diferenciadas pela altura, pela intensidade (força) e pelo timbre, as qualidades fisiológicas do som.

/A altura é a qualidade pela qual um som grave se distingue de um som agudo/(Fouillé, 1970, p.7) e pode ser diferenciada em função da quantidade de oscilações por segundo que uma fonte emite; desta forma, podemos afirmar que quanto maior for a frequência de oscilação, mais alto é o som, mais agudo.

/O timbre é a qualidade que distingue dois sons de mesma altura emitidas por duas fontes sonoras diferentes (Id, ibid, p:9), por exemplo, um violino e uma flauta.*/* Em função dos resultados de Fourier acerca das vibrações periódicas constituírem-se da combinação de uma vibração fundamental (senoidal) e de outras, os harmônicos da vibração, Hermann von Helmholtz (1821-1894)²¹ analisou vários sons musicais produzidos por diferentes instrumentos, concluindo: o timbre depende do número, ordem e intensidade dos diferentes harmônicos associados ao som fundamental.

Uma onda sonora, ao ser representada por seu espectro de frequência, apresenta o som fundamental e todos os harmônicos que o acompanham. Um som puro – frequência padrão (lá), 440 hz – é um som “descorado”, por exemplo emitido pelo diapasão ou uma casca esférica. Os harmônicos qualificam o som, dando-lhe o reconhecido “floreado”, com emprego na música, por exemplo.

/A intensidade - taxa de energia propagada por unidade de tempo e de área -, por sua vez, é concebida fisiologicamente como a qualidade pela qual um som forte se distingue de um som fraco/(Fouillé, 1970, p.12) e é proporcional ao quadrado da amplitude das vibrações. Costumeiramente, percebe-se a variação sonora entre sons mais fracos e mais fortes quando nos afastamos da fonte, pois quanto menor é a amplitude das vibrações, mais fraco é o som.

/O limiar de audição humana varia com a idade e com o indivíduo, compreendido entre 16 e 20.000 Hz para as crianças e 20 a 12.000 entre os adultos./

²⁰ Ernst Heinrich Weber era anatomista, irmão do físico Alemão Wilhelm Weber (1804-1891), autor da Teoria Eletrodinâmica. (Conf. Assis, 1995).

²¹ Os experimentos de Helmholtz acerca do ressonador para a verificação da existência dos harmônicos pode ser vista, com ricos detalhes, no texto de Berg; Stork (1995, p.109-177).

O processo de adaptação do órgão auditivo (por volta de 15 segundos) se faz muito mais rapidamente que o do visual. Depois da exposição a um som forte, a sensibilidade auditiva está diminuída e a adaptação ao silêncio nada mais é que o restabelecer dos níveis de sensibilidade. Vale salientar que a adaptação ao som é um processo seletivo, por faixas de frequências limitadas ao redor de um certo valor, isto é, quando exposta a um som de uma frequência determinada, a sensibilidade não diminui por igual para todas as frequências, mas sim, somente para aquela e para os sons de frequências próximas. Todavia, quando o som é muito forte ele amplia a zona de adaptação, já que a irradiação da excitação aumenta a zona cortical do analisador acústico.

Tabela 3. Limites auditivos em função da energia do som
(Adaptado de Berg; Stork, 1995, p.59)

| Animais | Frequência sonora limiar (Hz) |
|----------------|--------------------------------------|
| Humanos | 20–20.000 |
| Gatos | 100–32.000 |
| Cães | 40–46.000 |
| Cavalos | 31–40.000 |
| Elefantes | 16–12.000 |
| Morcegos | 1000–150.000 |

A incidência de som no ouvido causa ampliação do campo visual, aumento da sensibilidade luminosa, dilatação das pupilas, movimento do olho para a luz, depressão do ritmo alfa na região occipital, variações da atividade cardíaca, contração dos vasos sanguíneos periféricos e diferenciação de potenciais elétricos na pele, entre a palma e o dorso, por exemplo.

Uma consideração rápida merece nota: o fato de que o meio ambiente está repleto de som de frequência irregular, portanto desagradável ao ouvido – o ruído.

A vida moderna têm imposto ao homem uma adaptação às mais diversas fontes de ruídos, na fábrica (motores e maquinaria pesada), no trânsito (veículos rodoviários, fluviais e aéreos), no escritório, no lazer (discotecas, bares e parques) e no lar (música alta, aparelhos eletrodomésticos), que podem causar sérias lesões ao órgão auditivo, mas, principalmente, desgastar psicologicamente o homem, levando-o a

distúrbios neuro-psicológicas. Surge daí a necessidade de legislação específica para o controle da poluição sonora, como vem ocorrendo no Brasil, por exemplo.

Como a resposta humana a qualquer estímulo, especialmente ao som e à luz, é proporcional ao logaritmo do estímulo (Isaac; Pitt, opus cit. p.65), compara-se a energia sonora do meio com a energia sonora de um som audível para estabelecer uma escala para o ruído, em decibel (dB)²² para alguns sons, conforme a tabela 5.

Tabela 4. Média, em decibéis, de sons comuns na vida diária
(Adaptado de Isaac; Pitt, 1976, p. 66)

| Escola em decibéis | Sons e efeitos |
|--------------------|--|
| 10 | Respiração normal |
| 25 - 30 | Cochicho |
| 40 - 50 | Média, no interior urbano |
| 58 - 62 | Conversação normal |
| 75 - 90 | Tráfego pesado, urbano |
| 90 | Limite atual para caminhão de carga |
| 98 - 102 | Martelo pneumático |
| 110 | Aeroportos |
| 120 | Limiar da dor |
| 138 - 142 | Perigo para ouvidos desprotegidos |
| 200 | Foguete espacial no momento da partida |

3.3.Sensações dos estímulos Táteis

As sensações cutâneas são produzidas pela ação direta das qualidades mecânicas e térmicas dos objetos sobre a superfície de nossa pele. Os receptores táteis estão distribuídos em pontos de contato por toda a nossa pele, adensando bastante na língua e na ponta dos dedos. Este sistema especial de receptores está cobrindo uma boa extensão do nosso corpo: a pele, as mucosas bucal, nasal e a córnea, por onde sentimos as sensações táteis, térmicas e dolorosas.

As sensações táteis podem ser de toque (contato), de pressão, de vibração e de cócegas (escorço).

A diminuição do efeito dos estímulos leva ao desaparecimento completo da sensação, de forma que se o estímulo for muito fraco – e evidentemente rápido – não acusamos nenhuma sensação como resultado. Isto explica porque não sentimos o contato da roupa que usamos, pois os corpúsculos de Paccini não chegam a acusar tão pequenas variações de pressão.

²² O decibel, unidade sonora, é determinado pela fórmula: $dB = 1/10 \log (I/I_0)$, onde I é intensidade do som e I_0 a intensidade do limiar audível. Alonso; Finn (1972, p.265)

Para que se tenha consciência das qualidades dos objetos através dos sentidos, é condição imprescindível que a excitação que chega às células corticais do analisador que recebe o estímulo se transmita às células corticais que intervêm nas funções superiores da linguagem. Somente assim, por ato de consciência, podemos descrever com palavras as sensações que sentimos, muito embora o organismo possa, de outras formas, pelos atos reflexos, dar sinais de que recebe estímulos: o som, mesmo inaudível pelo homem, em função do limite das sensações sonoras, pode dilatar a pupila, e contrair vasos sangüíneos, dentre outras reações que pode causar.

À primeira vista parece não haver nenhuma ligação entre os analisadores visual, tátil e cinético que se manifestam na sensação de peso. Smirnov et al. (p.110) nos desafiam a verificar a existência ou não do seguinte fato experimental: tomemos dois objetos parecidos por seu aspecto exterior, com volumes diferentes mas igualmente pesados, colocando um contrapeso de metal no objeto de menor volume. Para comparar os pesos, de olhos abertos, levantamos os objetos. Seguramente o de menor volume nos parecerá muito mais pesado, reafirmando o fenômeno da chamada Ilusão de Carpenter.

Por outro lado, se fecharmos os olhos e apalparmos os objetos antes de levantá-los, chegaremos à mesma conclusão: o corpo de menor volume ainda parece mais pesado. Levantando-se os objetos por meio de roldanas, sem vê-los nem tocá-los, percebe-se que os pesos são iguais. Isto ocorre porque os estímulos visuais e táteis levam informações equivocadas do analisador cinético: a mão se preparava para levantar um peso determinado, que não correspondia ao peso real do objeto e por isso os impulsos chegavam mais fortes ou mais fracos, alterando a sensação de peso.

A experiência demonstrou ainda, registrando-se as correntes de ação dos músculos da mão em contração durante o evento, que o objeto menor motiva correntes de ação maiores, implicando em maior tensão muscular.

3.4.Sensações cinéticas e estáticas

As sensações cinéticas são motivadas pela estimulação de receptores especiais – proprioceptores – que se localizam nos músculos, nos tendões, nos ligamentos e nas articulações. Tais proprioceptores - fusos musculares, corpúsculos de Pacini e Galdoni –, ao serem excitados, enviam mensagens que se dirigem pelos

nervos aferentes à parte cortical do analisador cinético que se encontra na circunvolução central anterior. Estes regulam os movimentos enviados da periferia através das células piramidais, pois motivam a contração dos músculos, manifestando-se também nas variações de sua atividade elétrica (Smirnov et al., 1961, p.136).

Utilizando corrente elétrica pode-se excitar a região motora para se obter a resposta eletrográfica da influência do córtex nos músculos, mesmo nos casos em que não é possível registrar de uma maneira clara o movimento. A musculatura pode oferecer registros das oscilações bioelétricas causadas pela excitação do córtex na região de projeção do analisador cinético.

Ao efetuar um movimento, transmitem-se ao córtex impulsos que dão notícias da velocidade, da força e da tensão muscular. Ausentes as sensações cinéticas, o homem fica impossibilitado de realizar atividade com precisão, pois alterando parte do arco motor, impossibilita-se a execução dos movimentos. A *ataxia* é o resultado da alteração na sensibilidade proprioceptiva que nos impede de executar movimentos com os olhos fechados.

Verifica-se também que as sensações de equilíbrio são motivadas pela variação da posição do corpo com respeito à posição vertical, e são evidenciadas graças ao aparelho vestibular²³ – cóclea e endolinfa -, cujos receptores se localizam no ouvido interno. Segundo Kovács: *Compõe-se de canais semicirculares e órgão otolítico, e tem por função fornecer ao SNC os dados primários sobre a posição e aceleração da cabeça no espaço. Estes dados são essenciais para os reflexos posturais do animal para equilibrá-lo corretamente sobre as pernas. No caso dos bípedes como no homem em que, a exemplo de um pêndulo invertido, o equilíbrio é inerentemente instável, o órgão vestibular atua continuamente como parte do elo de realimentação que o mantém estabilizado. O equilíbrio postural é auxiliado (...) por informações proprioceptivas das articulações e dos músculos e principalmente a informação visual. O grande papel do sistema vestibular é manter os olhos estabilizados em um reflexo conhecido como reflexo vestibulo-ocular, ou RVO. Ao caminharmos, por exemplo, mesmo que com a cabeça rigorosamente estável em relação ao tronco, esta descreverá uma trajetória ondulada no espaço, e esta será também a trajetória dos nossos globos oculares. Se os olhos não se movessem em um*

sentido compensatório, enxergaríamos uma cena saltitante, difícil de ser analisada pois estaria em um contínuo movimento. Através do RVO, a cena é estabilizada nas retinas independentemente dos movimentos da cabeça. (Kovács, 1997, p.58).

Os canais semicirculares, dispostos segundo os três planos perpendiculares do espaço, são os locais onde estão os receptores que reagem aos movimentos circulares da cabeça. De forma geral, na ilustração 9 mostra-se os principais agentes responsáveis pela sensação de equilíbrio humano.

Vale lembrar que o estado inercial da cabeça é descrito por seis graus de liberdade, constituídos por três coordenadas lineares (x, y, z) e três angulares (α , β , θ), e são os canais semicirculares que assinalaram as acelerações angulares nos três planos, embora, pela geometria e forma não perfeitamente ortogonais, cada canal seja acelerado, sem perda de generalidade, individualmente, um por vez, nas direções x, y, z.

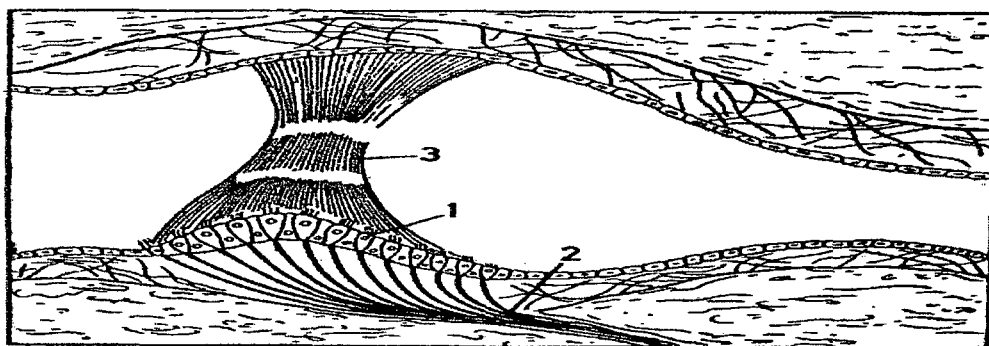


Fig. 36. Canal semicircular, corte longitudinal.

Ilustração 9. Ouvido interno, mostrando os canais semicirculares com os cílios que são deslocados pelo movimento da endolinfa, de importância para o equilíbrio humano. A legenda mostra 1-Células ciliares, 2- nervo e 3 - cúpula.. (Conf. Smirnov et al., 1961)

Quando estamos em uma cadeira giratória, por exemplo, sentados em torno do eixo z (perpendicular ao plano do chão), o canal semicircular acompanhará o movimento, mas a endolinfa, dentro dele, devido ao acoplamento viscoso, demorará

²³ O aparelho vestibular em função do som, é composto pela Cóclea (sem a função de equilíbrio), Canais semicirculares, úticulo e Sáculo. O conjunto Úticulo e Sáculo são os órgãos sensoriais para a detecção da rotação da cabeça em relação à gravidade e aceleração.

para atingir a mesma velocidade angular, gerando um movimento relativo entre ela e o canal.

Este movimento é acusado e sinalizado ao SNC, que procurará manter estabilizada a cena visual que o sujeito possui na retina.

Desta forma, compensando o movimento dos globos oculares, na mesma velocidade e no sentido oposto ao movimento da cabeça, mantêm-se a velocidade angular por certo tempo, acima de 30 segundos, o que faz com que desapareça a sensação de mudança da velocidade ou de aceleração angular.

Os canais semicirculares possuem cílios ligados a terminações nervosas, que estão dentro do líquido – a endolinfa –, que por sua vez contém pequeníssimos cristais (otolitos) que fazem, pela lei da inércia, os cílios dançarem conforme os movimentos da cabeça. O movimento dos cílios manda uma mensagem ao cérebro informando que a cabeça mudou de posição.

O aparelho vestibular está estreitamente ligado ao cerebelo e suas sensações são redistribuidoras de tensões musculares do corpo que permitem a conservação automática do equilíbrio.

Sabemos que este assunto é bem mais profundo e abrangente do que aqui apresentamos. Porém, estamos convencidos de que as evidências aqui apresentadas são suficientes enquanto indicativos de que a apreensão do mundo exterior seria impossível sem o concurso de tais mecanismos. Na realidade, em função do objetivo de pesquisa, optamos pelo recorte de alguns sistemas sensitivos, deixando de abordar os referentes ao gosto e ao olfato, bem como às sensações térmicas, de capital significado para a adaptação do homem ao meio ambiente.

Esperamos ter ficado explícito também que a especialização dos sentidos ao longo da evolução humana deve ter dotado o homem de um sistema capaz de efetuar rápidos processos de análise e sínteses das realidades vivenciadas ao longo desta história – as percepções –, assunto de que trataremos a seguir.

CAPÍTULO II - AS PERCEPÇÕES: Avançando para além das sensações

Verificamos na seção anterior como surgem e se relacionam na mente, a partir do meio exterior, as sensações enquanto formas mais elementares de reflexo da realidade, processos através dos quais o homem responde aos indícios de como percebe e apreende o mundo exterior.

Esta primeira imagem do mundo sensível de certa forma pode ser medida, aquilatada, verificada, a partir dos umbrais de sensibilidade, utilizando-se vários métodos de novos campos interdisciplinares, que incluem o planejamento e execução com o aparato e conhecimento teórico da Física, como por exemplo os requeridos pelos fenômenos de natureza elétrica, magnética, mecânica, estatísticos, acompanhados de linguagem matemática.

1. Um passo além das sensações

Não podemos fugir às limitações inerentes de como os dados nos chegam à mente, via sensações: pontuais, isolados, aparentemente desconectados da realidade mais ampla, determinante da realidade próxima da vida. Por esta razão, o conhecimento advindo das sensações pode parecer, de certa forma, pobre e incompleto.

Em função da pobreza da perspectiva sensorial e em favor da percepção, dirá Luria: *o homem não vive em um mundo de pontos luminosos ou coloridos isolados, de sons ou contatos, mas em um mundo de coisas, objetos e formas, em um mundo de situações complexas; independentemente de ele perceber as coisas que o cercam em casa, na rua, as árvores e a relva dos bosques, as pessoas com quem se comunica (...) o reflexo destas imagens ultrapassa os limites das sensações isoladas, baseia-se no trabalho conjunto dos órgãos dos sentidos, na síntese de sensações (...) numa percepção integral.* (Luria, 1991, p.38).

Visando portanto a este nível mais elevado de reconhecimento do mundo, a percepção é um processo que requer, além da discriminação do conjunto de propriedades ou indícios básicos das coisas, de forma simultânea, a priorização dos

indícios basilares, incontestes para o seu reconhecimento enquanto tal, no ato do julgamento e inclusão dos objetos em *categorias*.

É por intermédio das percepções que nos adiantamos aos sentidos e fazemos previsões do conhecimento das coisas, objetos ou fenômenos e de suas relações. Por exemplo: ao olharmos para um pedaço de esponja, imediatamente aflora à nossa mente as qualidades da moleza, do macio, do elástico; mesmo sem tocá-la, nosso cérebro faz uso de um complexo senso analítico-sintético, que tem como base os reflexos condicionados adquiridos pela experiência societária e individual anterior, que nos permite estes posicionamentos.

Assim, é fácil entender que na percepção de algo, conhecido ou desconhecido, iremos exigir não apenas um dos sentidos, mas a contribuição de vários ou de todos eles em conjunto, inclusive e particularmente a fala, o discurso.

Ao olhar para um relógio, ilustra Luria (1991): *O homem não contempla simplesmente os objetos ou lhes registra passivamente os indícios. Ao discriminar e reunir os indícios essenciais, ele sempre designa pela palavra os objetos perceptíveis, nomeando-os, e deste modo apreende-lhes mais a fundo as propriedades e as atribui a determinadas categorias. Ao perceber o relógio e nomeá-lo mentalmente com essa palavra, ele abstrai indícios secundários como a cor, o tamanho, a forma e põe em destaque o traço fundamental representado no nome relógio, destaca a função de indicar o tempo (as horas); ao mesmo tempo, ele situa o objeto perceptível em determinada categoria, separa-o de outros objetos exteriormente semelhantes mas pertencentes a outras categorias (o telefone, por exemplo, que também tem mostrador com os respectivos dígitos mas sua função é inteiramente distinta).* (p.41)

Esta espécie de habilidade, que permite de uma só visada perceber, diferenciar e portanto classificar as coisas, fatos e fenômenos, é sem dúvida – ou melhor, deveria sê-lo - muito significativa para o ensino de ciências naturais e sociais, mormente nas séries iniciais, ocasião em que, posta em prática, aprimoraria a habilidade, desenvolveria o pensamento, alargaria os horizontes do aluno e possibilitaria um domínio estruturante muito grande de categorias essenciais à promoção da alavancagem do potencial criador e domínio do conhecimento.

Verifica-se em função da prática docente que, desde muito cedo, as crianças são expostas a sistemas de classificação: os cômodos de casa, roupas, seus brinquedos, talheres... mas quase sempre a escola deixa de explorar devidamente este potencial criador. Mais tarde, nos últimos anos do ensino fundamental e no ensino médio, o aluno será colocado frente a frente com as categorizações, as seriações, os grupos e

difficilmente reagirá positivamente, pois não vivenciou este aprendizado de forma natural.

Entender uma tabela periódica, as relações trigonométricas, os triângulos; classificar animais ou vegetais por filo, classe, gênero, enquadrá-los pelas semelhanças, pelas diferenças, escolher os semelhantes e os iguais será algo extremamente difícil para aqueles que não tiveram treinada a sua percepção.

Vale lembrar que a percepção é um processo mediado pelo conhecimento prévio adquirido, decorrente, portanto, de experiências anteriores; daí porque exige a análise e a síntese dos *a priori*. É a partir destes que o homem enquadra os objetos, fatos e fenômenos em categorias genéricas, numa habilidade que evolui com a idade e com o desenvolvimento mental. Por intermédio da constância, vivência prática e manipulativa, podemos exercer a correção em determinados conhecimentos que nos chegam pelas vias dos sentidos, algumas vezes imprecisos, haja vista os desvios de paralaxe, a relatividade pela perspectiva do olhar, a difusão das cores, a refringência...

Estes “enganos dos sentidos” nos conduzem a ver o asfalto como molhado, o céu como azul ou cinzento, um lápis partido dentro de um copo com água, a rosa “vermelha”, um prato oval segundo a perspectiva do olhar, um cavalo distante menor que um gato próximo, uma torre redonda que à distância parece plana, o dedo frio que sente a água tépida como quente enquanto o dedo quente sente-a como fria...

Nunca é demais lembrar que a perspectiva do olhar muda o objeto ou muda o que colhemos acerca dele. No limite, os procedimentos, os indícios, as metas, estão sempre ligados aos objetivos que movem o homem no ato ou atividade de conhecer.

Os conceitos espaço-temporais assumem um papel muito importante na percepção ao permitir a conexão ou a disjunção de vários estímulos com um ou vários receptores, de forma simultânea ou consecutiva, como no caso da percepção de um filme, onde estão reunidos a cor, a imagem, o movimento e o som, que podem representar o ontem, o hoje, o amanhã, o passado remoto, um futuro especulado...

É importante entender-se também as funções que têm o fundo e a forma na percepção, a saber: que papel joga o silêncio no barulho? A luz na escuridão? Um objeto em primeiro plano e outros, em planos afastados de uma fotografia? Quando atuam estímulos múltiplos, alguns ficam em segundo plano enquanto outros comandam o jogo da percepção, atuando como estímulo forte (não confundir com qualidades físicas), que determina um foco de excitação determinante no córtex cerebral, que nos induz a um julgamento, uma perspectiva de visão. A Ilustração a seguir bem assim o demonstra.

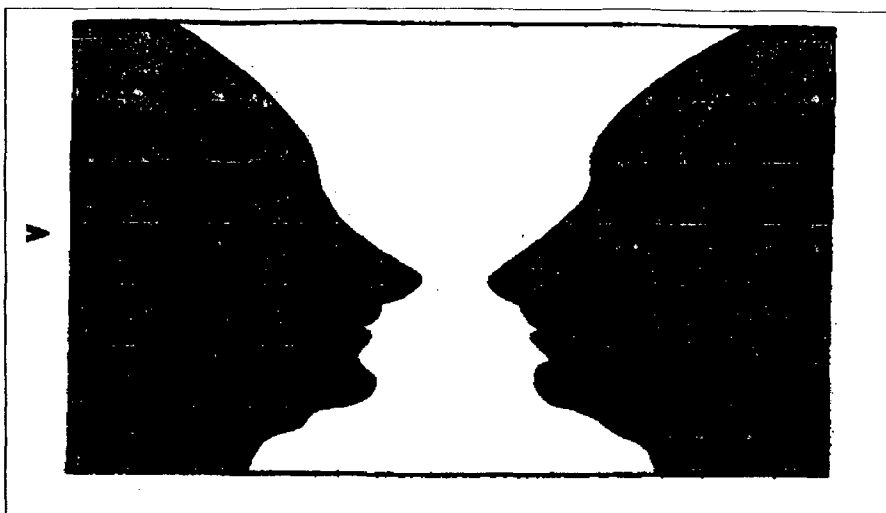


Ilustração 10. Vaso-rostos de Rubin. A percepção direta nos faz escolher, com exclusividade, uma taça ou dois perfis, no enfoque da forma ou do fundo.

Possuidores que somos de um apurado senso de superfícies e de fronteiras entre elas, *o nosso cérebro trava infatigável luta para imprimir o campo visual em superfícies e decidir qual está na frente da outra. No caso ilustrado, os rostos e o vaso não podem ser vistos ao mesmo tempo e a forma que predomina possui a borda como sua linha demarcatória, relegando o outro desenho a um fundo amorfo* (Pinker, opus. Cit. p.276).

É também em função desta discriminação entre contrastes, semelhanças, diferenças, permanências e mudanças que nos posicionamos, perante o mundo, enquanto indivíduos inseridos em grupos, mediatizados pelos valores sócio-culturais - escala de tempo histórico/social -, mantidas as referências de caráter ontogenético e filogenético, em escala antropo/biológica.

O reconhecimento, portanto, é fator importante para a percepção. Conta, como na sensação, todo o conjunto de experiências passadas que detém o indivíduo, mormente a experiência manipulativa com o meio material, além da visão, que nos fornece o sentido das sensações cinéticas e permite a percepção espacial.

2. Percepção espacial

Toda vez que lemos ou ouvimos o vocábulo “espaço”, nós que trabalhamos com a Física, nos arvoramos, imediatamente, donos deste conceito, na medida da apropriação que fazemos da palavra. Esquecemos que em outros contextos - nos quais

situam-se os da Geografia, da Antropologia, da Arquitetura, da Dança – ele encontra, também, uso central.

Para que possamos nos situar melhor, vejamos exemplos da utilização do conceito de espaço na História, Religião, Geografia e nas Artes.

Em muitas tarefas que requerem a compreensão dos conceitos de espaço, a que são submetidas as crianças a partir do pré-escolar, fica evidente que suas “concepções” destas categorias são sempre expressas através de díades de definições vagas de tipo antes/depois, acima/abaixo, perto/longe, frente/costas, norte/sul, esquerda/direita.

Neste sentido, parece inato o senso de orientação do homem, dentro do espaço próximo. Todavia, milhares de anos nos separam das primeiras observações das regularidades dos fenômenos sazonais que iniciaram a construção desta orientação pelos povos coletores da antigüidade remota. Para eles, o espaço era vinculado ao tempo e carregado de mitos.

O espaço da nação ou da tribo era o espaço bom, bendito, presente dos deuses. Pode-se verificar, ao longo da história dos mitos ligados ao povos da antigüidade, o caso do Rio Nilo, para os Egípcios, em que a terra “é presente dos deuses”, com fartura renovada a cada cheia; a Terra Prometida, de Moisés, para os Hebreus, que após 40 anos de peregrinação pelo deserto, avista “a terra em que jorravam leite e mel”; e o Jardim do Éden - o paraíso de Adão e Eva, local de fartura e bonança, no Velho Testamento.

Já o espaço exterior, além dos limites da tribo, era sempre mau, pervertido, perigoso, castigador, como pode-se verificar no caso da expulsão de Adão e Eva do Jardim do Éden, no Velho Testamento, em que depois de terem provado do “fruto do bem e do mal”, eles e toda a sua descendência teriam que cultivar a terra, tirando dela o sustento, após regá-la com o suor do próprio rosto.

Daí a necessidade da punição pelo trabalho no ato da construção de um novo espaço, sem mitos, efetivamente construído pelo homem. Este espaço, antes hostil e infértil, torna-se acomodado às necessidades do homem através do seu trabalho, do domínio das dependências físicas e geográficas, que o tornam, assim, espaço representativo, amigável e produtivo, pois o espaço só se objetiva através do trabalho do homem.

A criança ao nascer não possui a percepção do espaço, e a conquista dia a dia se faz em evolução, com três etapas bem definidas: o espaço vivido, o percebido e o concebido (Hannoun, 1982, p.76).

Inicialmente vivemos o espaço, pois não concebemos ainda a distância – o que separa dois pontos referenciais. Vivemos literalmente o espaço nas tentativas de alcançar os objetos, de manipulá-los e aderi-los a nós mesmos através da experiência direta com o meio. Nesta fase, o sujeito, o espaço e as coisas se confundem, numa unidade transdutiva e egocêntrica. É com a descentração – o reconhecimento de um espaço que não é meu, ou melhor, que não sou eu - que iniciamos a noção do espaço percebido.

Advindo, portanto, do embate constante com as coisas, costumou-se associar o conceito de espaço ao conceito de vazio, extensão, volume ou local para se colocar coisas (Davies, 1986; Riedley, 1989). A existência das coisas no espaço parece dotar o vazio de um atributo que o torna mensurável. A partir da geometria e da métrica que o sujeito vai criando, pode-se avaliar o movimento dos corpos, suas mudanças relativas de posição, retirando-se daí as relações espaço-temporais.

Ao delimitarmos os espaços, separando o que é o meu do que é do outro, iniciamos a pôr em prática uma métrica que impõe limites entre o que sou, o meu espaço e o espaço que contém as coisas. O sujeito já é capaz de distinguir a paisagem, o domínio da geografia, dominando o espaço da escola, do bairro, da cidade.

Por último, não é preciso ter à mão o real, o mapa, o manipulável. As relações espaciais e a métrica podem ser postas em prática a partir da consciência, utilizando uma linguagem matemática. Trata-se portanto do espaço abstrato onde as formas dos corpos só contêm relações – o quadrado, o redondo, o polígono, paralelismo, posição relativa em termos angulares ou lineares, perpendicularidade...

A psicologia soviética é rica em relatos de experimentos com pessoas que nasceram cegas e que através de intervenções cirúrgicas, depois de crescidas, adquiriram a possibilidade da visão. (Schenov in Smirnov et al., 1961, p.156). Elas, nos primeiros dias após a operação, não distinguem os limites nem as formas dos objetos, não se apercebem das sombras nem do volume, quase sempre relatam apenas campos difusos de luz advindos dos objetos em direção ao olho. Pouco a pouco aprendem a valorizar as sombras, os contornos e a perspectiva, a diferenciar um círculo de uma esfera, por exemplo, a partir da manipulação.

Sabe-se que a imagem dos objetos se forma na retina, pequeníssima e invertida. Sabe-se também que o posicionamento do olhar muda a perspectiva e portanto a imagem do objeto na retina, sem mudar a sua forma. São fatores importantes neste processo a perspectiva, o distanciamento e a luminosidade e, evidentemente, uma boa retina (condições fisiológicas).

Porém, além dos fatores enumerados, devemos levar em consideração neste processo de percepção do mundo que no mecanismo do olho humano a musculatura ocular cumpre um papel relevante. Quando miramos um objeto, o olho move-se quase todo o tempo, percorrendo todas as partes do objeto, fixando-se nos seus aspectos mais interessantes, do ponto de vista emocional. Neste momento, o cérebro utiliza o olho como uma espécie de compasso e régua para obter suas dimensões e julgar a sua forma, sua distribuição em função da simetria/assimetria.

Já a percepção do tamanho virtual dos objetos está ligada diretamente ao cristalino, ao qual já nos referimos anteriormente como a lente do olho. Ela depende do tamanho da imagem que se faz na retina e da distância a que nos colocamos em relação ao objeto, pois destas dependerá a tensão aplicada à musculatura do olho, principalmente a que submete o cristalino, no fenômeno chamado acomodação visual.

A acomodação visual, mudanças na curvatura do cristalino e conseqüentemente da convergência deste, ajusta os eixos visuais do objeto que vamos perceber dentro da faixa de acuidade visual que vai até 5 a 6 metros para a acomodação e até 15 a 20 metros para a convergência.

A orientação do homem no espaço encontra fundamental importância na representação do lugar, que admite duas modalidades: a representação de pontos isolados relacionados entre si consecutivamente e a representação simultânea da disposição dos pontos no espaço representativo ou esquemático. As pesquisas têm demonstrado que o segundo tipo surge mais tardiamente e pode ser considerado como uma generalização representacional que engloba o primeiro.

A distribuição dos pontos no espaço que compõem a imagem do objeto às vezes é causa de indução a erros de percepção. Dentre estes, podemos apontar as seguintes ilusões de óptica: supervalorização de linhas verticais, ilusão de contraste, transposição de características da figura completa para suas partes e a deformação aparente de linhas.

das. 00, como na figura 11

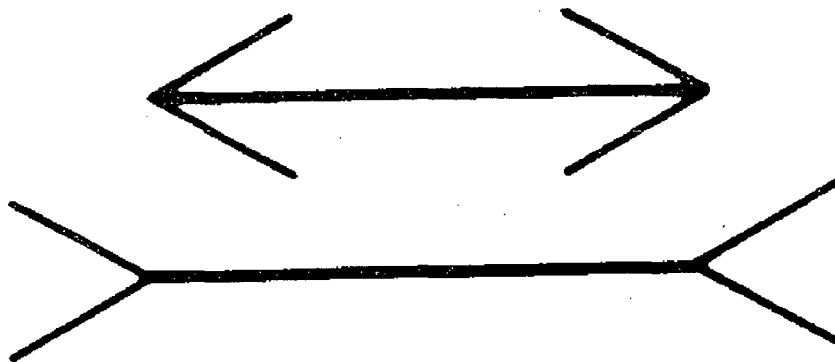


Ilustração 11. Figuras de Muller-Lyell. Os trechos centrais das duas figuras são iguais, todavia a sinalização de fechamento e abertura do espaço nos fazem acreditar que a seção reta da segunda figura é maior.

Uma explicação geral para este fenômeno ainda não satisfaz a todas as formas de sua apresentação na vida real. Algumas são reputadas ao movimento particular dos olhos ao fixar-se num objeto. No caso da supervalorização das linhas verticais, o movimento do olho é acompanhado por uma tensão muscular maior que o faz ser mais lento naquela direção que na direção horizontal.

O papel da visão é fundamental para a diferenciação das qualidades dos objetos no espaço. Entra aí a acuidade visual, ou seja, a capacidade para observar e distinguir objetos pequenos e distantes. Esta capacidade está na dependência direta da possibilidade de distinção entre dois pontos separados por uma distância mínima, determinada angularmente e designada *poder de resolução da visão*. Esta função é avaliada pelo oculista nos exames de vista, geralmente para míopes, através de um quadro de letras de diferentes formas e distintas *picas*. Atualmente a explicação para esta acuidade está diretamente ligada aos micromovimentos do olho no ato da visão, limitando-se ao campo visual para a visão binocular de 120 graus.

Interessante notar também que o movimento ou posição do pescoço afeta a percepção visual. A mudança do ângulo de visada geralmente modifica a percepção, fornecendo a sensação da mudança de perspectiva do volume, como pode-se verificar na ilustração a seguir.

Pinker (1999, p.118) nos informa que *com o cubo de Necker, evidencia-se o fenômeno da ambigüidade global, no qual um objeto, e não apenas suas partes, pode ser interpretado de dois modos. Ao fixar um dos cubos, sua percepção mudará alternativamente de uma visão do topo a partir de baixo para uma visão do fundo a partir de cima. Quando a mudança global ocorre, as interpretações de todas as partes*

locais são mudadas junto com ela. Cada aresta próxima torna-se aresta distante, cada canto convexo torna-se um canto côncavo e assim por diante.

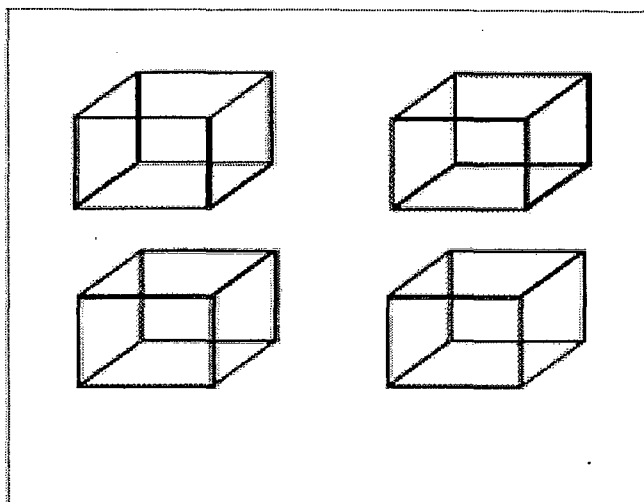


Ilustração 12. Cubo de Nekker. Olhando fixamente para um dos cubos e mudando levemente a posição da cabeça, percebe-se que as faces dos cubos são modificadas, em função do ângulo de visão.

Os olhos estão separados por 60 milímetros, aproximadamente, e as imagens de objetos vistos pelos dois olhos não recaem sempre nos mesmos locais de cada retina. Isto porque o olho direito vê mais a metade direita do objeto, e o esquerdo, a esquerda, surgindo daí o efeito de destaque ou de relevo. Neste caso, pode haver ainda a colaboração de alguns fenômenos, dentre os quais a perspectiva linear, a percepção de detalhes e a percepção aérea.

Entendemos por perspectiva linear o fato de percebermos cada vez menor o objeto que se afasta de nós (fechamento do ângulo de visão do objeto). Este efeito pode ser acentuado por presença/ausência de luz e sombra, mudanças de cor pela refringência das camadas de ar e pelo desaparecimento dos detalhes que possam compor uma realidade. O exemplo mais ilustrativo deste fenômeno é a convergência dos trilhos de uma estrada de ferro, quando os olhamos em perspectiva de profundidade, nos dando a impressão de duas retas paralelas que se cruzam no infinito.

Nas duas primeiras décadas do século XV, como nos conta Szamosi, estes efeitos foram utilizados pelos grandes mestres florentinos Filippo Brunelleschi e depois Leon Battista Alberti, para estabelecer as leis da perspectiva linear, incorporando-se definitivamente no campo da mais fina arte. *Este tipo de realismo ótico pode ser conseguido em tela ou papel, se observarmos as leis da perspectiva linear simples (um*

ponto): (1) as imagens diminuem de tamanho de uma forma bem definida à proporção que se afastam de nós; (2) linhas paralelas que se afastam parecem convergir em um ponto (...) na linha do horizonte (...) (3) linhas que se afastam parecem ir para baixo se começam acima do nível dos olhos e para cima se começam abaixo dele; (4) tal como na experiência diária, os objetos próximos do observador sobrepõem-se aos mais afastados, na mesma linha de visão. (Szamosi, 1988, p.118-19).

Seguindo coerentemente tais regras, os artistas puderam reproduzir fielmente as sugestões visuais determinadas pela estrutura ótico-geométrica idealizada pelo olho humano, colocando o espaço tridimensional, homogêneo, isotrópico e infinito, no plano. Estas contribuições vieram mudar radicalmente o senso de espaço de até então, causando uma importante revolução espacial proporcionada pela arte (pintura, arquitetura).

Outra importante contribuição dos sentidos reside na visão binocular. Para tanto é de fundamental importância a fusão no córtex cerebral das excitações provenientes das duas retinas. Esta fusão é completa quando as duas imagens provenientes das retinas coincidem quando sobrepostas. E será incompleta quando as imagens recaem sobre pontos díspares. Se a disparidade entre os pontos das imagens nas retinas é grande, observar-se-á o fenômeno de imagens duplas; se nem tanto, poderá haver a formação do efeito estereoscópio, o qual faz saltar alguns detalhes da figura principal, como se possuíssem volume.



Ilustração 13. Efeito estereoscópio. Observando a figura plana, alguns detalhes parecem saltar da figura como se tivesse 3 dimensões.

Este fenômeno passou despercebido por Euclides, Aristóteles e Newton, só vindo a ser estudado profundamente por Charles Wheatstone¹, em 1838. Se mantivermos um dos olhos fechados por algum tempo, enquanto caminhamos, teremos a ilusão de que o mundo é um lugar plano, embora o cérebro esteja interpretando como profundidade as relações entre os objetos próximos e os distantes em movimento, fazendo surgir a sensação de terceira dimensão. Vale lembrar que a visão estéreo fornece informações apenas sobre a profundidade relativa, na frente ou atrás do ponto sobre o qual os olhos convergiram.

Conforme Held, citado por Pinker (1999, p.255), *a visão estéreo surge abruptamente nos bebês, por volta dos 3 ou quatro meses de vida, a partir do que passam a convergir os olhos normalmente e adequadamente, permitindo acompanharem a trajetória de um brinquedo até seus narizes. Verifica-se que até uma semana antes dos 3, 4 meses de vida, cada neurônio na camada receptora do córtex visual adiciona os inputs de localizações correspondentes nos dois olhos em vez de mantê-los separados. O cérebro não sabe distinguir de que olho vem determinada informação de padrão e simplesmente funde a visão de um olho pôr cima do outro em uma sobreposição bidimensional.* Dependendo, portanto, do ajuste das imagens, teremos o efeito estéreo.

O funcionamento do olho humano parece apropriar-se, de alguma maneira, do espaço que o rodeia. Ao mirar, o nosso olho se move aos saltos pelos limites do objeto. Cada ponto do contorno, ao cair na periferia da retina, serve de estímulo ao olho no movimento necessário para que a imagem deste ponto caia na região mais sensível para a vista.

Movendo-se ao longo do contorno, já que os elementos da figura servem de sinalizadores para a direção determinada, o olho realiza uma síntese dos estímulos visuais e a unificação das sensações em um sistema de reconhecimento sobre a base dos processos reflexos. Os movimentos oculares vão marcando os pontos principais da figura observada, e tal processo é essencial para a função do *reconhecimento*, pela memória.

No laboratório para modelagem de redes neurais na pesquisa da visão - *A. B. Kogan Research Institute for Neurocybernetics at Rostov State University, na Rússia*, desenvolveram-se programas computacionais para simulações (laboratórios)

¹ Charles Wheatstone era físico e deu seu nome ao circuito elétrico conhecido como Ponte de Wheatstone.

como, por exemplo o *Behavioral Model of active visual perception and recognition (BMV)*², capaz de reproduzir os movimentos do olho ao mapear o objeto focalizado e de representar os movimentos do olho no ato do reconhecimento, quando o objeto é apresentado uma segunda vez, mesmo contando com distratores.

Na mesma linha, pesquisadores da Alemanha, dentre eles *Ronald Hubner*, vêm desenvolvendo estudos significativos acerca deste e de assuntos correlatos – sensações e percepções –, também em nível computacional, com a ajuda do programa por ele desenvolvido, o *VIAT*³ – *Demonstrações dos fenômenos de atenção visual* –, espécie de laboratório que demonstra alguns procedimentos visuais que fornecem informações acerca do processo de percepção e atenção visual, centrado basicamente nas obras de Bruce; Green (1990) e Schiffman (1990).

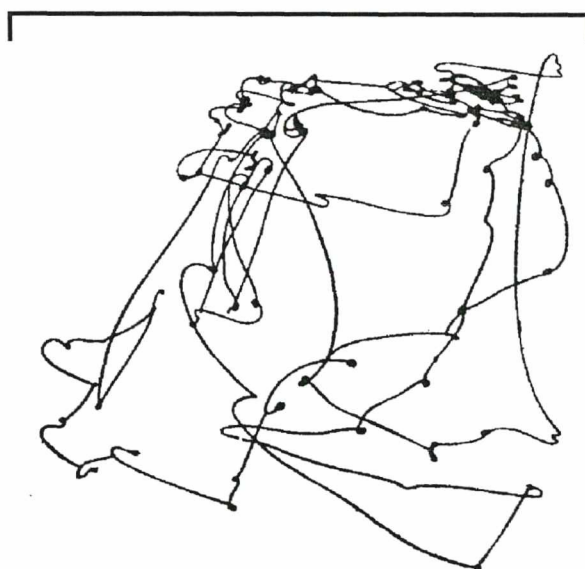


Ilustração 14. Movimento dos olhos quando o observador observa livremente uma pintura (retrato de mulher), segue uma configuração que parece indeterminada, porém guarda alguma semelhança com a figura, se conhecida. (Smirnov et al., 1961).

Estudos demonstraram (Smirnov et al., opus cit. p.111) que igual fenômeno ocorre com a mão em função da percepção tátil dos objetos sem a intervenção da vista. Ao apalpar um objeto, os dedos polegar, indicador e médio, cujas superfícies cutâneas constituem a região de maior sensibilidade tátil, de uma maneira reflexa mudando de posição, combinam um número de sensações e criam um sistema analisador misto.

² O grupo de Rostov é liderado pelos pesquisadores Ilya A. Rybak, Valentina I. Gusakova, Alexander V. Golovan e Natalia A. Shevtsova.

Ratner (1995, p.62) nos chama a atenção para a constituição social e a variabilidade do conteúdo das percepções, embasado na afirmação de Luria que atesta a natureza sócio-histórica dos fenômenos psicológicos como a percepção, a abstração e a memória, afetos aos processos cognitivos. Dos ensinamentos de Luria fica a lição de que a consciência não é, como pensavam os idealistas, dada antecipadamente, assim imutável e passiva. Pelo contrário, modela-se através da atividade e assim, utilizada pelos seres humanos, assegurando a subsistência no meio ambiente, adaptando-se e reestruturando-o. Assim, as percepções guardam extrema dependência com o contexto cultural no qual os indivíduos estão inseridos.

No tocante à percepção das cores, pesa o estado evolucionário das artes e da tecnologia da sociedade na qual o sujeito se insere. As pesquisas de Luria (1976) com agricultores russos na década de 30, visando verificar o entendimento de cores e suas gradações, possibilitou ao pesquisador verificar o peso do social na construção de suas visões de mundo a partir da linguagem. Luria, utilizando uma meada de linhas de lã contendo 27 cores diferentes, solicitou ao agricultores que as reunissem de acordo com a semelhança ou matizes, em cinco grupos. Os agricultores não foram capazes de fazê-lo, pois suas percepções estavam vinculadas a diferenças culturais e lingüísticas. No caso, seu sistema de cores estava diretamente ligado aos objetos de sua vida diária – cor de pêra, de algodão em flor, de esterco de bezerro – o que não fazia sentido em função do sistema de cores cientificamente estabelecido.

O povo *dani*, da Nova Guiné, Indonésia, percebe o claro e o escuro como tons não correspondentes a uma luminosidade mensurável pelos povos ocidentais (Ratner, 1995, p. 63). Portanto, o claro e escuro deles são bastante diferentes do que assim entendemos.

Atesta-se ainda que os *hanunu*, das Filipinas, possuem quatro cores básicas: o preto-escuro – que abrange o preto, violeta, índigo, azul, verde escuro e o cinza escuro do referencial inglês; o branco-claro – que corresponde ao branco e tons suaves das demais cores; o vermelho – referente ao vermelho, alaranjado e amarelo; e o verde – que inclui o verde, amarelo e o marrom claro da percepção inglesa.

Ainda hoje está em uso, cada vez menos freqüente, é verdade, o código de cores e bandeiras para a comunicação entre embarcações em alto mar, estabelecendo-se uma convenção universal. Os semáforos, em qualquer cidade civilizada, utilizam o

³ O pesquisador alemão Roanld Hubner, autor do VIAT, pode ser contatado pelo E-mail: r.huebner@tu.bs.de.

mesmo código de cores para o espere, siga e pare, exemplo de uma outra convenção social que utiliza as cores.

Nesta mesma linha, toma corpo, não sem a polêmica típica dos campos novos de saber ainda não consensuais, a chamada cromoterapia (Clarck; Martini, 1976; Gimbel, 1980; Edde, 1982; Amber, 1995), que consiste no uso das cores como terapia curativa, aliando a cada cor, em função de sua frequência e comprimento de onda, propriedades como vibrante e energizante para o vermelho; capacidade de melhorar a intuição e imaginação ao amarelo; tônica e calmante do sistema nervoso para o verde, dentre outras.

3. Percepção do tempo

A noção de tempo não é inata ao homem, mas desenvolve-se paulatinamente com o progresso da vida e das atividades que possibilitam o acúmulo de experiências sociais e historicamente construídas. Da mesma forma que se apreende o espaço, a apreensão do tempo, talvez com mais dificuldade ainda, também ocorre em três estágios – o tempo vivido, o tempo percebido e o tempo concebido, conforme Hannoun (opus cit. p. 95).

É evidente que, na primeira infância, as sensações da criança são confusas, ela está iniciando a perceber a si mesma, portanto o espaço e tempo se confundem com ela própria e só existem em função dela mesma, na manifestação do egocentrismo. Só ao adentrar na escolarização formal, geralmente a criança vai ter uma noção dos acontecimentos no tempo: a hora de acordar, de ir para a escola, do recreio, da volta para casa, das tarefas escolares... Inicia-se aí a ronda dos dias e das horas e a pressão normativa da sua comunidade.

Quando a criança domina a sucessão, de acontecimentos ou de espaços – onde começa e termina um evento ou a distância entre dois pontos de uma mesma reta –, ela está pronta para entender duração como um conjunto de acontecimentos que são sucessivos, que podem ser somados em um evento único, desvinculando assim o tempo do espaço. É chegada a vez do tempo percebido.

O tempo percebido é também muito presente na História, porque pode ser lembrado, rememorando os acontecimentos dos dias, das semanas, dos meses, dos eventos marcantes...

É importante perceber-se aqui a forte ligação entre as noções de tempo e o jogo como atividade fundante da atividade humana. É através do jogo (diversas modalidades de brincadeiras) e demais relações sociais, principalmente na escola e no ritmo da vida, que a criança vai perceber e aplicar as suas noções de tempo a partir de conceitos como: quem chegou primeiro/por último, do mais rápido/menos lento, do hoje, do ontem e do amanhã; do cedo e do tarde.

Já o tempo concebido, também dito tempo matemático, é totalmente descolado da realidade objetiva, do espaço e dos corpos com os quais mantemos relação. É sem dúvida aquele tempo da Mecânica, *reversível*, que para Newton é o verdadeiro, matemático, que tem existência como duração e flui por si só, independente de todas as coisas, como no prefácio de sua obra monumental dos fins do Século XVII (Newton, 1971).

Após dominar a sucessão e a duração, a criança domina a medida do tempo e sua quantificação: a hora, o minuto, o segundo; e é também capaz de situar-se no tempo - no presente, no passado e no futuro.

Talvez por estas razões, *a percepção do tempo* seja um reflexo objetivo da duração, da velocidade e da continuidade dos fenômenos reais, conforme Smirnov et al. (opus cit. p.165), e assim, sofra, também, a vinculação com o social.

Fisiologicamente, muito mais afetos às variáveis da Termodinâmica do que às da Mecânica, sentimos e podemos marcar o tempo, como testemunhos da *seta do tempo*⁴, embora não a percebendo nos fenômenos diários. Todos nós sofremos a passagem sistemática, filamentar, homogênea, monótona e não raro “cruel” do tempo, pois como afirma Prigogine (in Pessis-Pastenark, 1992, p.45), *o tempo que vivemos é essencialmente irreversível, enquanto nos objetos físicos simples – um pêndulo ou o sistema planetário – não se vê essa flecha do tempo (,,) as equações da dinâmica clás*

⁴ Expressão, cunhada por Eddington, refere-se ao sentido único de passagem do tempo. Os trabalhos de Black (1728/1799), Carnot (1796/1832), Clausius (1822/1888) e Gibbs (1839/1903) acerca da termodinâmica, que culminaram com os trabalhos de Boltzmann, (1844/1906) que afirmava o aumento da entropia como sinal da direção do tempo, conforme Covaney; Highfield (1993, p.27), originaram grande polêmica com Loschimidt (1821/1895), tornando esta uma das questões mais famosas no âmbito da Física. (Frota; Mendes Sobrinho, 1998, p.70)

sica ignoram a direção do tempo. Marcar o fluxo do tempo tem sido uma grande preocupação social, notadamente após a revolução industrial e o pleno estabelecimento do capitalismo.

Nos relógios biológicos⁵ que possuímos, a cada estimulação recebida, as células nervosas se excitam com um potencial determinado. Quando os estímulos são prolongados, geralmente são somados o conseqüente com o antecedente, diminuindo progressivamente quando o estímulo é suspenso, bastante de acordo com o modelo de um capacitor em processos de carga e descarga. Cada fase da excitação funciona como sinal temporal marcando o início e o final da atuação estimulante, servindo assim, o estado das células estimuladas, de marcador de tempo. Como já ficou claro anteriormente, a estas excitações o homem reage com reflexos condicionados precisos e distintos (reflexos condicionados Pavlovianos).

São as sensações cinéticas e acústicas que fornecem as diferenciações mais acuradas sobre o tempo. As experiências em laboratórios de psicologia mostraram intervalos para cada tipo de estímulo: visuais com um intervalo de diferenciação de 0,2 a 0,1 segundos (s.); cerca de 0,05s. para os táteis e 0,01s. para os estímulos acústicos. Ainda, o papel das sensações cinéticas é de fundamental importância para a medida de tempo. Basta percebermos que o ritmo da música, do movimento, vem sempre acompanhado de uma reação motora como o movimento da cabeça, das mãos, dos pés ou do aparelho vocal, consistindo em atos quase compulsivos observados em qualquer etnia e cultura.

Com freqüência cometemos equívocos na apreciação do curso do tempo, pois ele sempre é maior ou menor do que avaliamos. Quando temos maior interesse pelos eventos que estão ocorrendo, maior a chance de o avaliar fielmente, pois têm papel importante nesta avaliação o estado psicológico da atividade realizada. Mesmo assim, o tempo psicológico é sempre associado a contrações e dilatações; parece sempre curto quando estamos envolvidos em atividades prazerosas, quando em companhia daqueles de que gostamos... ao passo que demora muito a passar quando estamos em atividade antipática e que não nos desperta estados emocionais positivos.

⁵ Os animais de forma geral, e, em particular o homem, possuem muitos relógios biológicos – circadianos – que marcam períodos de 24 horas – e não-circádios – governando outros padrões temporários. A existência destes relógios foi apontada pela primeira vez pelo astrônomo francês De Marian, em 1729, a partir da observação de algumas plantas cujas folhas se voltavam para o sol continuamente, durante o dia (Szamosi, 1988, p.23).

Uma das possíveis causas desta avaliação temporal errônea, em função do estado psicológico frente à atividade, é a prevalência dos processos de excitação sobre os de inibição, no córtex cerebral. Os processos metabólicos das células são apressados ou retardados em função de ser estimulante ou monótona a atividade que se realiza, levando portanto a uma contração ou dilatação do tempo “psicológico”.

No caso da recordação, a avaliação do tempo se faz diferentemente. O tempo de boas lembranças parece ser mais longo que o das atividades monótonas e mesmo das lembranças más (à exceção das traumáticas, recorrentes para muitos). Uma explicação possível da psicologia é a de que sobre as boas lembranças buscamos um maior número de conexões e associações do que costumamos fazer/buscar quando tratamos de lembrar fatos monótonos.

Quanto ao caráter sociológico da percepção do tempo, verifica-se que as sociedades fechadas, circulares, tradicionais, sentem o tempo vinculado a determinados eventos, a partir de uma teoria relacional, como nos informa Thompson (1982, p.242), em relação ao povo *nuer*, para quem *o horário diário é o trabalho, da ronda das tarefas pastoris, e o passar do tempo através de um dia; e, para um nuer, primordialmente a sucessão de suas tarefas e suas relações mútuas*. Esta teoria relacional leva o povo a medir o tempo em função de *um cozimento de um ovo, pelo fritar de um gafanhoto, da reza de uma ave-maria...*

Os índios brasileiros, principalmente os povos da nação Tupi, segundo Baldus (1940, p.87), contavam os anos a partir da fruta do caju : *como esta árvore só dá uma vez frutos ao ano, contra o costume das outras que dão sempre ou repetem, moveu os índios a contarem a sua idade pelos caroços que todos os anos se colhem e guardam, com muito cuidado em um pequeno cesto feito para este fim, onde cada ano lançam uma castanha*.

Importante relato acerca do domínio do social sobre o tempo, nas tribos indígenas do Amazonas, cujas atividades principais são a pesca e a colheita de frutos, pode ser encontrado em Stradelli (1929, p.358): *O nome dado ao ano parece que lhes veio, pelo fato de contarem os meses que o formam, de um amadurecimento a outro do fruto do caju selvagem. O ano ainda hoje em muitas tribus é dividido em luas, designadas pelo nome da fruta que nela amadurece, das árvores que nela florescem, do peixe que nela aparece*.

Ao se falar sobre o tempo físico, pouco ou quase nada nos faz lembrar toda uma história da horologia, iniciada quem sabe com o relógio do sol/sombra e continuada com a clepsidra, o pêndulo, a ampulheta, as grandes navegações e os mecanismos de precisão que, aliados às Leis de Newton, acabaram por transformar Deus num grande e maravilhoso Relojoeiro...(Davies, 1998, p.37).

O tempo contemporâneo, de seu lado, embora historicamente derivado do movimento de rotação da Terra, é desvinculado de acontecimentos particulares e qualitativamente homogêneo, o que permite a sua divisão em segundos, minutos e horas, contados da mesma forma *para o dia e para a noite*, embora tenha perdido o crivo de absoluto, permite também sua contagem em *bytes*, numérica e universal, independente de fusos, medida precisa e transcultural cada vez mais corrente dos usuários da rede www, principalmente nas relações comerciais e nos encontros virtuais. Apesar dos avanços da Teoria da Relatividade, de A. Einstein, que introduziu na Física uma noção maleável de tempo, o tempo contado em *bytes*, *da realidade virtual*, não se estabelece como nova medida absoluta?

4. Percepção dos movimentos

Vivemos em um mundo essencialmente dinâmico, no qual tudo se move... porém, no dia-a-dia, estes movimentos parecem não existir, uma vez que a roda dos dias nos habitua a um certo automatismo; a regularidade acaba por tornar estáticas as mudanças habituais.

Mas, quando nos apercebemos do movimento dos corpos?

Em geral a criança é perfeitamente capaz de compreender a velocidade em função do plano vivencial, a partir dos ritmos das tarefas comuns do lar, da brincadeira e também da escola, por exemplo, no “banhe-se rápido, vista-se depressa, vá correndo”... mas é principalmente na escola que tomaremos conta do movimento a partir da mudança de posição dos corpos em relação a um dado referencial, geralmente tomado como inercial.

Assim, para dominar o conceito de velocidade, uma grandeza de segunda ordem, teremos que dominar o conceito de tempo e de espaço, principalmente na acepção científica, em que a velocidade é definida pela relação espaço/tempo.

Curiosamente não podemos perceber os extremos do movimento, nem o muito lento, nem o muito veloz,. Os lentos não são percebidos como movimentos, mas pelas posições ocupadas, comparadas à posição anterior arbitrada, em geral, ou ao início do movimento ou ciclo. Este é o caso do movimento da Terra em relação ao Sol, por exemplo, ou em relação ao seu próprio eixo.

O movimentos de velocidade mediana impressionam a retina de tal forma que podemos acompanhá-los em seu desenrolar, como por exemplo, o movimento de um carro rua abaixo... aumentando a velocidade, todavia, a tendência é fixar-se na retina uma faixa contínua, uma imagem difusa, um filme acelerado, lembrando que existe o limite de 16 imagens por segundo para que possamos percebê-lo nitidamente.

Das grandes velocidades nada podemos captar, pois a brevidade das imagens não chegam a impressionar a retina; daí percebermos muito pouco ou mesmo nada no movimento das pás de um ventilador, do bater das asas de um colibri.

Vale considerar, também, que geralmente não percebemos os objetos que se movem, com velocidades altas relativamente aos valores padrões, próximos de nós, como veículos de propulsão a jato. Todavia os percebemos melhor quando eles estão afastados, em função dos efeitos de forma e fundo. Com o distanciamento do objeto que se move, somos acometidos da ilusão de perspectiva do movimento: parece que a velocidade diminui quando estamos longe do objeto que se move.

Verifica-se também que o tamanho visível dos objetos depende da magnitude de sua imagem na retina (e da distância a que se encontra de quem o vê). Para uma dada distância de posicionamento do objeto em relação ao observador, a Óptica aponta que sua imagem na retina será tanto maior quanto maior for o objeto. Também é verdade que, para um objeto menor, mais próximo do observador, sua imagem na retina pode ser maior que a de um objeto maior, colocado mais afastado do observador, em função das leis de simetria.

Curiosamente, por adaptações dos músculos cinéticos do olho – inclusive do cristalino – ocorre o fenômeno da constância da percepção do tamanho, pelo concurso das sensações cinéticas. Um homem, por exemplo, que se afasta de nós, por 3, 6, 9 metros, ainda que sua imagem na retina se modifique, permanece quase inalterado no seu *tamanho visual*. Em última análise, este fenômeno é explicado pela acomodação e pela convergência, além dos efeitos de forma e fundo.

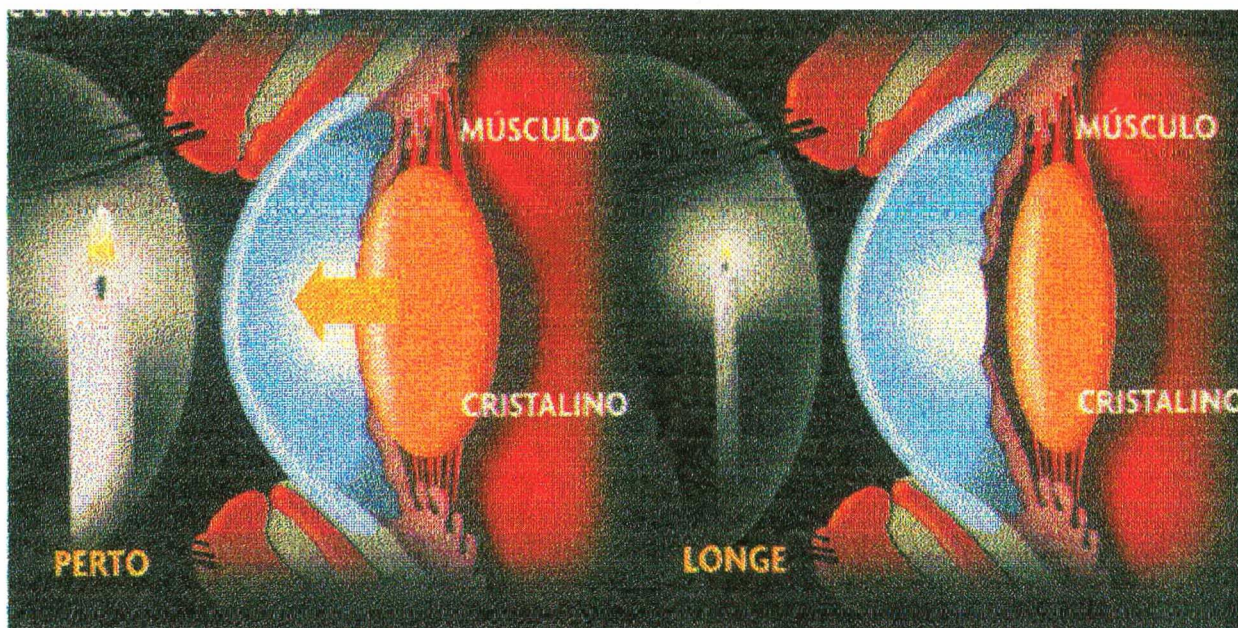


Ilustração 15. Acomodação do cristalino em função da visão de objetos próximos ou distantes. A curvatura do cristalino modifica-se em função das forças musculares que levam à adequação visual.

As excitações produzidas pelos movimentos de acomodação-convergência chegam ao córtex cerebral ao mesmo tempo em que as visuais que procedem da retina. Desde a infância, quando nos apercebemos pouco a pouco destas relações, vão sendo formadas conexões reflexas condicionadas entre elas. O reforço que é feito de ambas as acomodações e convergências passam a indicar aproximação ou afastamento do objeto que é visto. Subtraídos estes fenômenos, o tamanho do objeto só poderá ser avaliado a partir de sua imagem na retina e do efeito de forma e fundo. Excluído o último, resta apenas a magnitude da imagem na retina.

Aqui encontramos grandes evidências associadas à Óptica geométrica ligada diretamente à visão, quando são estabelecidas as equações para as lentes e espelhos por exemplo. Ou quando tratamos da correção dos defeitos da visão – miopia e hipermetropia. (Blatt, 1984).

Abrimos um parêntese para tecer alguns comentários acerca do efeito de *forma e fundo*. Ao analisarmos uma fotografia de uma pessoa situada em um ambiente do qual detenhemos seguramente as suas medidas, facilmente podemos determinar a altura da pessoa. Estes métodos vêm sendo utilizados desde a antiguidade, baseados nos princípios da geometria euclidiana.

Erastótenes (277-195 a.C.), bibliotecário da Biblioteca de Alexandria, no Egito, calculou pela primeira vez o valor do meridiano terrestre: *Ele sabia que no dia 21 de junho – o mais longo do ano – o sol descreve o arco mais alto para todas as localidades do mundo antigo. Sabia também que em Siene (atual Assuã), naquele dia, ao meio-dia, via-se o disco solar refletido no fundo dos poços. Mediu, ao meio dia do dia 21 de junho, o ângulo de inclinação dos raios solares com a vertical em Alexandria, encontrando 7 graus. O ângulo de 7 graus medido em Alexandria é igual ao formado pelas duas verticais de Alexandria e Siene, quando se encontram no centro da Terra. Como o ângulo medido (7 graus representa a quinquagésima parte do ângulo de um giro total sobre a Terra), também o arco abrangido pelas duas verticais teria igual medida. Conhecida a distância entre as duas cidades, o arco, de 5.000 estádios, o valor do meridiano seria de 250.000 estádios, o que corresponde hoje a uma medida de 45.000 km, 5.000 a mais que a medida exata, feita por instrumentos, hoje.* (Francello, 1995, p.24-5).

Antes de Galileu, todas as medidas astronômicas eram feitas a olho nu, utilizando-se os sentidos. Não havia ainda nada para interpor-se como mediador instrumental entre o fato e o observador.

Quanto à percepção dos movimentos, ela só é possível quando somamos os receptores visual, cinético, vestibular e auditivo (no caso dos sons de distintas intensidades), para examiná-los sob a óptica de múltiplos receptores. Esta percepção se faz muito complicada quando o objeto e o observador se movem, podendo atuar aí o efeito estroboscópico, impressão de movimento dos objetos do fundo que são imóveis. Causam dificuldades crescentes, também, porém de níveis mais sofisticados, os movimentos relativos, quer da relatividade galileana, quer da einsteniana.

5. O complexo mundo das sensações e percepções

Os estudos com recém-nascidos em todo o mundo, desde o século passado, dão conta de que, imediatamente após ao nascimento, a criança já responde aos estímulos advindos do meio exterior com distintas reações.

Verificou-se experimentalmente que a estimulação dos analisadores vestibulares da criança motiva mudanças de posição das extremidades e do corpo. O

contato, com a mão ou objetos, causa um estremeamento. O recém-nascido responde à luz fechando os olhos. Ao gosto dos alimentos, com o movimento de sucção ou cuspiendo. Ao estímulo tátil térmico, em forma de corrente de ar que lhe chega, com uma reação defensiva fechando os olhos e movendo as mãos. Ao susto – como no caso de simular deixar cair para trás - o recém-nascido abre os braços e as pernas e mexe os dedos das mãos procurando agarrar-se, no reflexo de Moro.



Ilustração 16 . Complexo de Moro. A criança abre as mãos , colocando os dedos como garras , para segurar-se em face da queda para trás.

Inicialmente reagindo na base de reflexos incondicionados, com a frequência dos estímulos, passa a reagir, com dificuldades, na base dos reflexos condicionados, já resultado da aprendizagem, pois, ao mesmo tempo em que se desenvolvem os reflexos condicionados, as sensações vão, também, desenvolvendo-se. Enquanto não coordena os movimentos do olho, não é capaz de realmente ver, distinguir os objetos, suas formas, seu tamanho.

Pouco a pouco o sistema nervoso central – cérebro e medula espinhal – , que tem como suporte o sistema periférico que faz a ligação entre este e o mundo exterior,

unindo o sistema central aos órgãos sensoriais (receptores) e afetores (músculos e glândulas) que executam as reações-respostas, pelos nervos sensitivos e motores que o constituem, vai sendo testado, respondendo aos estímulos, adequando suas respostas à intensidade, área de atuação, tempo de duração e à forma física do estímulo.

O acúmulo de experiências ao longo da vida vai permitir ao sujeito entender e de certa forma reagir às sensações e percepções de maneira adequada, que possibilite o seu ajuste ao ambiente, permitindo a ação sobre aquele para modificá-lo a partir da atividade basilar do homem: o trabalho.

Como o trabalho é a atividade fundamental da linguagem – ou seja, a linguagem surge como uma necessidade de comunicação entre aqueles que executam atividades de trabalho - a linguagem ocupa lugar essencial na observação inquisidora do mundo. O observador, ao descrever o que percebe e formular os resultados de sua percepção, não só se fixa mais nas partes isoladas ou propriedades dos objetos, mas sim, tem também uma atitude mais consciente sobre aquilo que é necessário descrever, dando-se conta mais claramente do que percebe; olhando e escutando melhor aquilo que lhe serve de objeto de observação.

No ensino fundamental tem uma grande importância a relação entre a observação do aluno e as palavras do professor. Estas formas de conjunção podem ser distintas: em alguns casos a palavra do professor unicamente dirige a observação, em outros, conduz o pensamento sobre o que já se tem percebido (se fixa no que ocorreu no experimento de física ou de química – como ocorreu? O que desencadeou a reação?) ou ainda comunica conhecimentos que somente depois vão ser iluminados com uma maneira objetiva (demonstração, representação gráfica de fenômenos).

As diferenças de experiências, de conhecimentos, de pontos de vista, de interesse e de atitude emocional para com os objetos e fenômenos reais motivam grandes diferenças individuais de percepção. Isto se manifesta na complexidade, na exatidão e na rapidez da percepção, em caráter de sua generalização e em seu colorido emocional.

A comunicação com os adultos produz na criança grandes transformações no desenvolvimento das percepções. Os adultos dão a conhecer os objetos que lhe rodeiam, ajudam a considerar seus sinais mais importantes e características, lhes ensinam a atuar com eles e respondem a numerosas perguntas referentes aos objetos. Ao aprender a denominação dos objetos e de suas partes, a criança aprende a

generalizar e diferenciar os objetos segundo suas propriedades mais importantes. Dependendo do grau de sua experiência anterior, quanto maior a frequência com que a criança se encontra com distintos objetos, mais sabe acerca deles, melhor os percebe e posteriormente reflete com mais exatidão as relações que existem entre eles.

Ao longo dos capítulos anteriores destacamos e tipificamos as sensações e percepções apreendidas pelo sujeito em seu embate com o meio físico e social. No texto, contudo, não foi possível, nem de nosso interesse, demarcar fortemente cada uma das especificidades enquanto fenômeno isolado. O próprio tema abordado exige tratamento mais imbricado, não raro com múltiplas determinações e relações comprometidas com estruturas complexas da cognição no seu sentido mais amplo.

As limitações do texto em seus contornos do plano de papel ou monitor, da escrita linear, sempre da esquerda para a direita e de cima para baixo, são em parte enganosas. Não defendemos fronteiras rígidas entre as diversas sensações e percepções; apenas as consideramos prioritariamente por itens inclusos em capítulos, limitados pelo texto tradicional. Uma produção em hiper-textos com os devidos links poderia ser mais fiel ao assunto abordado, mas nos submetemos aos valores tradicionais da apresentação de uma tese. Assim, é preferível a leitura dos itens considerados enquanto destaques de um conjunto harmônico e múltiplo dos domínios sensitivos e perceptivos, nunca isolados à maneira do tratamento dado à fenomenologia da Física Clássica, por exemplo.

CAPÍTULO III - O PAPEL DA LINGUAGEM.

Como foi pretensão mostrar, o mecanismo do despertar das sensações humanas é bastante intrincado, apresentando sensações motivadas por estímulos conjuntos, partindo de mais de um sistema analisador. Implica daí que a decodificação da mensagem não poderá ser efetuada sem a participação da linguagem.

Nascida da necessidade imperiosa de comunicação entre os homens ditada pelo trabalho, a linguagem é produto coletivo da atividade humana. Embora a quase totalidade dos alunos que entrevistamos durante a fase experimental deste trabalho concorde com a afirmativa de que estudar é uma modalidade de trabalho, não nos deteremos em considerações mais profundas que as que permitem focar o trabalho como atividade fundante da hominização do homem.

O trabalho, como nos informa Fonseca (1989, p.97), é a atividade complexa que envolve a informação, a formação e a transformação da realidade a partir da estimulação dos sentidos, principalmente da visão, das atividades tactilo-cinestésicas e da audição, que levam à manipulação, à fabricação e à linguagem.

Tudo indica que o trabalho tenha sido a atividade humana que mais contribuiu para o desenvolvimento cerebral, uma vez que no trabalho, bem como na atividade de jogo, um grande número de funções, como a abstração, dedução, memorização, a orientação e a planificação, promovem o desenvolvimento dos órgãos do sentidos.

O trabalho, portanto, vai além da simples conformidade do homem com o meio e, evidentemente, do homem com o homem, pois é a partir do trabalho que outras relações vão surgir, inclusive a produção consciente da arte e a especialização do pensamento lógico e racional através da ciência. Este estágio eleva o homem na cadeia biológica e possibilita o afastar-se consciente da barbárie.

É, portanto, neste cenário que reside a importância da linguagem como símbolos e signos capazes de dar vida e entendimento à ciência e ao trabalho enquanto realizações coletivas. *Não desempenha apenas o papel de meio de comunicação entre os homens, ela é também um meio, uma forma de consciência e do pensamento humanos... suporte da generalização consciente da realidade* (Leontiev, 1978, p.87).

Sabemos que os animais, geralmente de uma mesma espécie, vivem em bandos. Alguns destes bandos possuem um certo grau de hierarquia, como na matilha e na boiada. Eles também utilizam formas adaptativas - determinados sons e movimentos gestuais - que são inteligíveis a todo o bando. Muitos emitem sons guturais como as aves e os mamíferos. Sons que demonstram satisfação, medo ao perigo, agressão e dor. Embora não inteligíveis ao homem, guardam entre si, uma vez submetidos a um decodificador de frequência e comprimento de ondas, certos padrões de repetição, como no caso das baleias e dos golfinhos. *Mas esta espécie de linguagem nunca designa coisas, não distingue ações nem qualidades, portanto, não é linguagem na verdadeira acepção da palavra* (Luria, 1994, p.78).

Outros animais liberam líquidos e odores, como os insetos. Em algumas colônias, como das formigas e abelhas, evidencia-se até mesmo uma certa espécie de *divisão do trabalho*, o que poderia ser identificado apressadamente como uma especialização de cada membro daquela “sociedade”. Todavia é pelo reflexo e pelo instinto que executam, de forma cega, uniforme e eterna, as mesmas tarefas.

O modo e o modelo do desenho da teia da aranha serão sempre os mesmos. A cigarra cantará a mesma cantiga, na árvore. Por trás destas ações, estão as leis biológicas, a garantia da identidade das espécies por via das ações, o que permite que a casa do “joão-de-barro” tenha sempre a mesma porta, pois, seguramente ele nunca a *sonhou* com janelas!

Isto demonstra que os símbolos não são apenas guturais - do som, da fala. As ações mentais que constituem indícios da ação inteligente fazem com que os animais de mais alto nível da escala zoológica apresentem um certo tipo de inteligência concreta, capaz de responder a signos do tipo índices, que designam relações de causa e efeito. Por amestração, *o cão de Pavlov* salivava ao toque da campainha!

Alguns outros animais executam tarefas um tanto complexas ao entender determinados signos musicais/gestuais: o elefante dança mantendo o equilíbrio em uma única pata; o macaco anda de bicicleta, acende e fuma cigarros se adestrado para tal. Mas não são capazes, o elefante, de inventar um novo ritmo, e o macaco, de eleger uma marca preferida de cigarros.

Por que isto acontece? Por que as abelhas coletoras do néctar têm sempre que fazer a coleta da mesma forma? Por que fia a sua teia, sempre igual, a aranha? Qual a razão pela qual a ave faz sempre a mesma espécie de ninho? Porque lhes faltam

intencionalidade. Isto é, faltam-lhes a premeditação, a voluntariedade; a intenção preconcebida, o plano; a decisão entre o sim e o não conscientes. Esta é a chave da humanização.

A necessidade de transmitir aos outros os passos para a execução de uma atividade prática, sem dúvida, pode ter sido a demanda para a linguagem. Da mistura de gestos e sons expressos durante as atividades práticas nos primórdios da transição da história natural para a história social do homem ao estabelecimento do léxico, em consenso social, fundamenta-se a consciência do homem. Pois só através da consciência o homem estabeleceu consenso – e pôde dizer e ser entendido pelo interlocutor - no ato da comunicação.

Comunicação, portanto, é ato humano, e como tal, é ato social. É por meio dela que nos fazemos homem e com os outros homens podemos nos relacionar e transformar o mundo natural pela ação dialógica do trabalho. Aranha e Martins nos lembram que : *a linguagem animal visa à adaptação a uma situação concreta (...) a palavra distancia o homem da experiência vivida, tornando-o capaz de reorganizá-la numa outra totalidade, que lhe dará um novo sentido. É pela palavra que somos capazes de nos situar no tempo, lembrando o que ocorreu no passado e antecipando o futuro pelo pensamento.* (Aranha; Martins, 1992, p.7).

Pearce (1994) registra com muita propriedade que nos entendemos mutuamente porque possuímos os mesmos mecanismos sensitivos, os mesmos atributos físicos-mentais e, principalmente, porque compartilhamos do entendimento das mesmas metáforas - uma vez que habitamos (e vivemos) o mesmo mundo físico, participando portanto das mesmas experiências evolucionárias, como pretendemos ter demonstrado anteriormente.

O processo do entendimento (e criação) destas metáforas, e evidentemente, de sua transmissão, é sem dúvida a própria comunicação humana. Este processo que constrói e torna inteligível o mundo a partir da linguagem é mutável, evolui sempre na razão direta da inclusão de novos aportes e de novas tecnologias postas à disposição do homem, em especial neste final de século dominado pelas intervenções virtuais do mundo da web, modificando também, assim, as interações interpessoais.

Estes aparatos vieram tornar possível, a um mesmo tempo, transportar-nos a vários espaços e conversar cara a cara com um interlocutor que não podemos tocar.

Modificou-se o paradigma da *linguagem como representação do mundo* para o paradigma da *linguagem como construção deste próprio mundo*.

Mesmo com essa mudança de paradigma, a linguagem continua exercendo um papel fundamental na formação das funções psicológicas superiores (raciocínio lógico, atenção voluntária, pensamento vocal, abstração, comparação e diferenciação). Como diz Vygotsky (1989), *há uma interação entre pensamento e linguagem. A linguagem é o instrumento que regula a ação e o pensamento. A palavra é o microcosmo da consciência*.

Acerca da palavra como reguladora da ação, afirmam Smirnov et al., (1961, p.110): *quando os estímulos verbais são conectados com os distintos analisadores, podem dirigir e fazer mudar seus funcionamentos*. Durante a ação de um estímulo, a palavra age alterando o estado da consciência., o que pode ser sentido quando, no trânsito ouvimos o som dos automotores e um grito de cuidado! Assim, palavras soltas ou frases inteiras podem servir de estímulo condicionado para mudar a sensibilidade visual e auditiva, pois, ao longo da vida, em situações reais, o indivíduo criou estas combinações entre os objetos externos e suas causalidades. Daí porque combinações de palavras ou uma frase com a ação da luz, por exemplo, podem diminuir a sensibilidade luminosa de uma pessoa que tenha estado durante muito tempo na escuridão, mesmo que este estímulo por si mesmo não possa causar nenhuma variação da sensibilidade luminosa.

Sabemos que a linguagem falada é impossível de ser realizada plenamente sem a contribuição das cordas vocais, dos lábios, da língua, dos dentes e véu palatino, órgãos que articulam os sons dos sistemas lingüísticos.

Smirnov et al. (opus. cit. p.135) nos dão conta de que os trabalhos de Pavlov mostraram que as sensações cinéticas produzidas nos órgãos da fala são extremamente importantes na medida em que se constituem em componente básico do segundo sistema de sinais e a base sensível do pensamento abstrato, pois, de certa forma, a linguagem escrita se apóia também nas sensações cinéticas diferenciadas que têm lugar ao escrever.

Vale lembrar que, na comunicação, o indivíduo que fala escolhe as palavras e as concatena segundo uma ordem lógica (gramatical) e as anuncia vocal ou gestualmente ao seu interlocutor, que ouve. Este, por sua vez, entende o pensamento expressado, resultando daí que cada interlocutor processa a comunicação de forma

diferente a partir dos distintos receptores, no cérebro e nos órgãos aferentes, utilizando todo o aparato que ora foi descrito.

A voz é o efeito da corrente de ar que vem dos pulmões através da faringe e da boca, acompanhada de vibrações das cordas vocais, que são pregas situadas ao longo das paredes laterais da laringe, tensionadas e posicionadas por vários músculos específicos nos limites da laringe (Okuno et al., 1986, p.231).

A organização dos sons em palavras, a partir dos fonemas, envolve um mecanismo complexo do qual fazem parte os lábios, a língua, os dentes, e o palato mole, além das cavidades de ressonância, como o nariz, a boca e os seios nasais. As bochechas, as mandíbulas, a língua, o céu da boca e os dentes modificam os sons das vogais e consoantes. Daí porque temos fonemas linguais, dentais, lábio-dentais, dentre outros, bem como os sons ditos guturais e/ou nasais em função das cavidades ressoadoras.

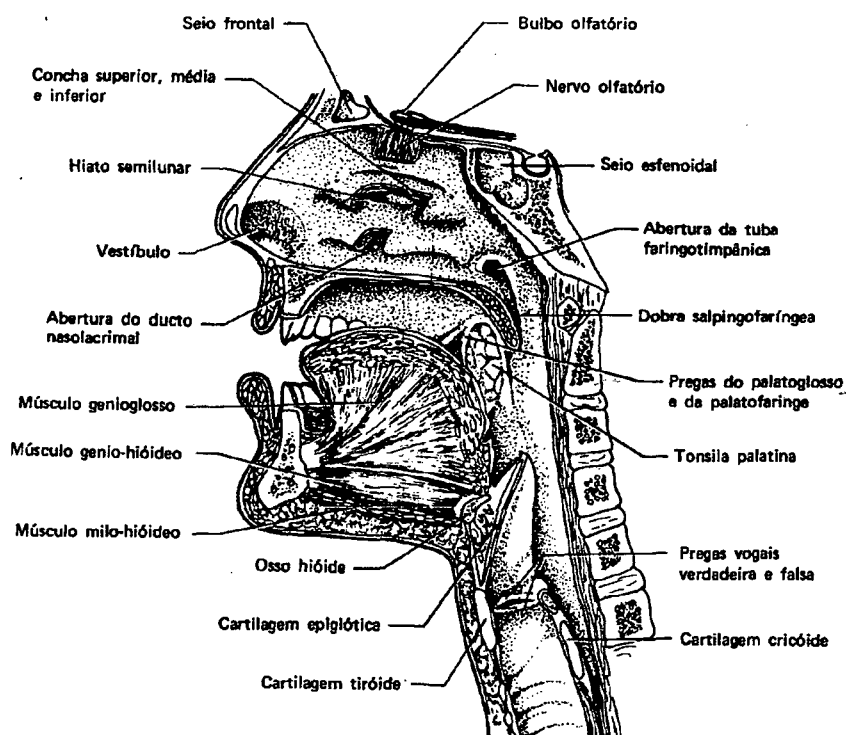


Ilustração 17. Anatomia do trato vocal onde verificam-se todos os componentes anatomicos (Okuno et ali.1986)

As cordas vocais, que na verdade são pregas horizontais, a despeito de suas posições anatômicas, não vibram na direção do fluxo de ar, mas lateralmente; assim, durante a respiração estão abertas, e por ocasião da produção da fala, fechadas. O ar expirado dos pulmões aumenta a pressão abaixo das cordas vocais, afastando-as, possibilitando assim o fluxo de ar. Este fato causa a diminuição da pressão, juntando-as novamente, e os movimentos que provocam a variação da pressão garantem, portanto, a emissão de voz.

O papel da linguagem na formação dos processos mentais foi colocado por Luria; Yudovich (1987), a partir do surgimento na criança e das relações travadas com os adultos no ato da intercomunicação, visto que *a aquisição de um sistema lingüístico supõe a reorganização de todos os processos mentais, aperfeiçoando o reflexo da realidade e criando novas formas de atenção, de memória e de imaginação, de pensamento e de ação* (p.11).

Sem dúvida as funções basilares da linguagem – falar e escrever – contam significativamente para o entendimento do mundo, fazendo a diferença no processo de análise e síntese mentais que desencadeiam a apreensão e produção do novo, que demonstram o salto de qualidade do sujeito que detém uma aprendizagem significativa, pois, expressar por intermédio de um novo conjunto de signos os significados de suas sensações e percepções assim o demonstra.

Mas, significativas também, além da linguagem social, de função interpessoal comunicativa, são as modalidades de linguagem egocêntrica e interna, ambas constituindo formas individualistas e, portanto, afastadas da linguagem social.

É notório o comportamento de crianças quando em grupos: brincam e falam numa espécie de monólogo de frases entrecortadas, incompreensíveis para os demais, sem o apoio do contexto.

Wertsch (1995, p.58) assinala que o posicionamento de Vygotski é de que a fala egocêntrica desempenha uma função cognitiva e auto-reguladora, marcando a diferenciação de funções entre ela e a fala comunicativa. Enquanto a fala comunicativa dirige-se para o plano interpessoal, a egocêntrica segue em direção ao plano intrapessoal, cumprindo um papel transicional entre as falas externa e interna.

A fala egocêntrica, portanto, é uma espécie de exercício fundamental para a firmeza e consolidação dos rudimentos e funções da comunicação futura. Inicialmente é mero acompanhamento da ação e rapidamente torna-se instrumento do pensamento.

Ilustrativo o exemplo fornecido por Vygotsky (1994, p.15), colocando uma garota em uma situação de confronto com uma realidade problemática. Preparada para desenhar, a criança verifica que não possui os lápis coloridos: *'Onde está o lápis? Preciso de um lápis azul. Não faz mal, vou desenhar com o vermelho, e vou umedecê-lo com água; assim, vai ficar mais escura, parecendo azul'*. O monólogo só faz sentido em função do contexto. Se alguém o ouve deslocado, geralmente não fará a mesma interpretação.

Já a fala interna (fala sem som, fala subvocal ou endofasia) quase sempre representa um reforço a uma ação determinada. É fragmentada, telegráfica. Wertsch (opus. cit, p.60) afirma que, na fala interna, *a palavra absorve o sentido das palavras precedentes e subsequentes, estendendo portanto, quase sem limites, as fronteiras de seu significado*.

Embora de larga abrangência, a fala interna é um monólogo, por exemplo quando se repassa o conteúdo de uma aula que será ministrada. É a transformação da linguagem em pensamento; *é o pensar a palavra contrapondo-se ao pronunciar a palavra*.

De forma geral, a fala ainda é o mecanismo através do qual fazemos as grandes interações escolares. Mas seguramente, a escrita apresenta-se como uma habilidade maior, pois exige o floreado, a entonação das emoções dadas às palavras vocais, os detalhes da existência real, as cores do próprio mundo.

Vygotsky, ao tratar da formação de conceitos científicos, afirma *que os níveis mais elevados no desenvolvimento do significado das palavras são regidos pela lei de atividades, segundo a qual qualquer conceito pode ser formulado em termos de outros conceitos de inúmeras formas* (1993, p.96), muito embora saibamos que comportam aí grandes gradações, não apenas em função das gradações, determinando a generalidade, mas também quanto aos julgamentos, comparações, conclusões, etc.

Assim, uma criança nova tende a repetir a palavra mediante a qual um conceito lhe foi ensinado. Esquecida esta, geralmente fica prejudicado o próprio conceito porque a falta de domínio linguístico-vocabular impõe um corte entre o sujeito e o mundo. Quando a criança consegue falar de um conceito sem precisar repetir ou lembrar certas palavras, que evidentemente ela substitui por outras, está no

caminho certo. Cabe ao professor incentivá-la, provocá-la para que assimile cada vez mais e melhor.

Há que se reconhecer que impera entre os alunos de Física e Matemática, futuros professores das crianças de agora, uma certa pobreza vocabular (Frota, 1999), que, diga-se de passagem, está mudando. Não impedindo porém de ser questionada a partir da introdução das aulas, sem contextualização, sem apelo à história da ciência, sempre direta, do tipo *Seja x , ou seja y um elemento do conjunto...*, da ausência do uso de metáforas, por exemplo por Lawson (1993) e Adover; Duarte (1996).

De há muito advogamos o uso do paradigma da linguagem (Frota 1998) no ensino formal de Física, por exemplo. Sabe-se que existem diferenças profundas quando tratamos da linguagem comum, coloquial ou da linguagem científica, a partir da vinculação da palavra a um ou outro contexto. Pesquisas têm apontado descompasso entre a interpretação da ciência dos livros-texto efetuada pelos alunos e o que realmente colocaram os autores, o que reflete um aprendizado deficiente do corpo teórico da ciência (Lemke, 1993; Holliday et al., 1994; Almeida, 1995). Mas, decerto, poderíamos aproveitar muito da linguagem ao tratarmos os conceitos físicos, principalmente na escola elementar e média – e na formação de docentes, possibilitando-lhes uma formação mais ampla e de certa forma multidisciplinar.

Para se ter uma idéia do que falamos, recorreremos a uma síntese de Hannoun (1982), adaptada para o caso dos conceitos de tempo, espaço e velocidade, a partir do quadro-súmula a seguir.

A riqueza do universo conceitual lingüístico que apresentamos no quadro representa apenas uma das inúmeras possibilidades que podem ser aproveitadas pela escola, durante o processo de ensino-aprendizagem formal dos conceitos de velocidade, espaço e tempo. Trabalhada de forma prática ou teórica, isto possibilitaria ao aluno galgar níveis de compreensão e apreensão do mundo mais facilmente, constituindo-se em uma alavancagem para o seu próprio desenvolvimento.

O mínimo que poderia ocorrer seria minorar as falhas apontadas anteriormente, pois possibilitaríamos, a professores e alunos, perceber o que vai um pouco além da própria palavra; as relações, as operações e generalizações que são traduzidas em conceitos.

Tabela 5. Súmula do vocabulário utilizado em Hannoun (1982)

| Tempo | Passado | Presente | Futuro |
|-------------------|---|---|--|
| | Ontem, o que foi, antes, faz algum tempo, anteriormente, o antecedente. | Hoje, o que é, nesse momento, agora, aqui, presentemente. | Amanhã, o que virá, depois, dentro de algum tempo posteriormente, consequente, mais tarde. |
| Espaço | Interioridade | Delimitação | Exterioridade |
| | Dentro, interno, do interior, em meio a, através de, no seio de, entre, em, | a partir da extremidade, final, limite, perímetro, ao longo de, ao redor de, junto a, tangente a, circunvizinho, perto de, ao lado, mais perto de, não tão longe, mais afastado. | Fora, de fora, do exterior, afora, em outra parte. |
| Velocidade | Lentidão | Permanência | Rapidez |
| | Lento, lentamente, mais lento, menos rápido, devagar. | Duradouro, estável, permanente, passageiro, durante, raramente, às vezes, a miúdo, frequente, efêmero. | Rápido, rapidamente, mais rápido que, veloz, rapidíssimo. |

Acerca da fluência da linguagem na faixa etária da amostra que utilizamos na pesquisa, Binet, o criador dos discutíveis testes do Quociente de Inteligência, traçou uma escala que relaciona a idade cronológica e o tipo de pensamento que é capaz de externalizar o sujeito, através da linguagem, em função das sensações e percepções. Para ele, o sujeito de 3 a 7 anos é capaz de fazer enumeração; dos 7 aos 12 anos, descrições, e só a partir dos 12 anos, é capaz de fornecer explicações e/ou interpretações. Baseado nestes argumentos, parece haver uma possibilidade de desvendar como as crianças e adolescentes raciocinam, descrevendo os modelos do seu pensamento, a partir de sua fluência verbal comprometida com seu desempenho no experimento do *jogo da distância*.

CAPÍTULO IV - ESTRATÉGIAS E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

No capítulo anterior, expusemos, ainda que sem esgotar o tema, a relação da materialidade humana com o mundo, abordando os mecanismos de adaptação do corpo humano aos estímulos do meio físico e social. A especialização dos sentidos, ocorrida desde cerca de seis milhões de anos em que o homem vem vivendo e povoando a Terra, deixou clara que esta epopéia não foi apenas uma evolução natural, mas acima de tudo, construída historicamente pelo próprio homem a partir de suas interações fundadas no trabalho e na linguagem.

No presente capítulo abordaremos a outra face deste constante evoluir : o relacionamento da *mente* com o mundo exterior a partir da construção idealizada de modelos que visam à representação da realidade, uma das formas complexas e poderosas de ação mediada entre os homens e entre eles e a natureza.

É nesta perspectiva que entendemos ser a mente humana ainda um grande mistério que, por aproximações sucessivas sujeitas a continuidades e rupturas, vem sendo desvendada pelas equipes multi e interdisciplinares formadas por especialistas: psicólogos, neurologistas, bioquímicos, filósofos, físicos, matemáticos, lingüistas, engenheiros... em função do enfrentamento e da prontidão para o solucionar (nem sempre convenientemente) questões e situações problemáticas postas pelo entorno, ao longo da vida. Este é o desafio das chamadas Ciências Cognitivas (Scheerer, 1988; Rao, 1988).

Morato (1996, p.69) afirma ser este entorno que envolve o homem *o meio ecológico de mediação perceptiva, através do qual o sujeito começa por estabelecer interações diretas* (visuais, auditivas, gustativas, cinestésicas, etc) que progressivamente, através da aprendizagem, se intensificam e se adaptam, de forma criativa, à aquisição do conhecimento.

A criatividade, segundo Moles (1981, p.59), *é a aptidão de criar ao mesmo tempo o problema e a sua solução (...) a aptidão particular do espírito no sentido de rearranjar os elementos do campo de consciência de um modo original e suscetível de permitir operações em um campo fenomenal qualquer.*

De forma geral, este campo da consciência abrange as informações fragmentárias que nos chegam por vias dos sentidos e/ou da percepção consciente, como os fenômenos ou a documentação, e o campo fenomenal, certamente, é composto pelos objetos do mundo exterior, das grandezas físicas, de caráter mensurável que são dispostas no jogo fértil do embate com o real, reportado anteriormente.

Pinto (1996, p.6), quando trata da criatividade, afirma que as teorias filosóficas e psicológicas atuais sustentam duas posições acerca do problema da criatividade humana no contexto da descoberta: uma que descreve o ato criador apoiado em depoimentos de artistas e cientistas, ressaltando o caráter de incubação e iluminação do ato propriamente dito, e outra, que se limita aos procedimentos de solução de problemas, de abordagem personalógica, destacando os traços da individualidade no ato criativo.

Puchkin (1976), na abertura de seu texto, de forma elucidativa, nos coloca frente a uma situação hipotética mas bastante plausível: *Longo tempo esforçou-se um juiz para esclarecer intrincado crime. Examinara acuradamente o local da ocorrência. Reunira todos os dados que lhe pareceram indispensáveis. Interrogara todos os que, de um modo ou de outro, pudessem estar ligados ao crime. Os elementos que colheira possibilitavam-lhe aventar diversas hipóteses relacionadas com o fato, todas mais ou menos plausíveis. No entanto, a compreensão dessas hipóteses trouxera-lhe decepção: nenhuma era real. A instrução criminal parecia ter entrado, por tempo indefinido, em tempo morto. Eis que, inesperadamente, ao assistir uma peça teatral, apareceu-lhe a solução procurada. Ao acompanhar o desenrolar do espetáculo, sem qualquer motivo aparente, de súbito o juiz recordou-se de certo objeto que encontrara no local do crime, cujas características até então não havia percebido. E, sob a luz inteiramente original, surgiu-lhe todo o panorama do crime. E descobriu que sentido deveria dar a suas diligências para encontrar o criminoso.*(Puchkin, 1976, p.7).

A abertura do livro de Puchkin nos brinda, portanto, com este exemplo de como pode ser fértil e imprevisível o domínio da mente humana sobre a realidade. Mas também descreve fortemente como a mente trabalha sob pressão, para a elucidação de um problema: esgotados os caminhos das ações conscientes que aqui, para efeito figurativo, chamamos de memória ROM, aquela na qual estamos operando, que funciona sob o impacto de poucas entradas de informação, passa a funcionar a

memória RAM, onde se armazenam os dados para posterior acesso, de longa duração, das ações inconscientes¹.

Esta memória armazena, de forma quase completa, toda a informação à nossa volta, mesmo aquilo que conscientemente não podemos dominar; é a ela que recorreremos, inconscientemente, para a solução de quase todos os problemas difíceis que não encontram respostas similares acumuladas em nossa experiência.

É desse assunto que nos falamos, dentre outros, Kneller (1978), Monod (1976), Ostrower (1977), Osborn (1975), Roberts (1989) e Taylor (1976), de forma abrangente, de como a mente age na ocasião da resolução criativa de um problema.

Um problema é *uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução* (Lester, 1983, p.15), ou ainda, *uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas* (Pozo; Postigo, 1993, p.16). É sobre estes caminhos rápidos, das estratégias que levam às soluções, que trataremos agora.

Um problema pode ser classificado, também, em função da abordagem para a sua solução. Assim ele poderá ser indutivo, a partir do estabelecimento de regularidades no comportamento de objetos ou funções que ele apresenta, ou dedutivo, a exemplo da demonstração de uma expressão matemática.

Wertheimer, em *Pensamento Produtivo* (1945)², nos indica que podemos atacar um problema a partir de dois posicionamentos distintos: com um pensamento produtivo ou com um pensamento reprodutivo. Entende o autor que, diante de um problema, aplicamos, na tentativa de sua solução, um pensamento reprodutivo quando recorreremos a analogias, modelos ou transferimos, de certa forma, respostas prontas ou adaptadas de outros problemas ou situações vividas anteriormente. Mas como nem sempre isto é possível, utilizamos também o pensamento produtivo, que representa um esforço maior para encontrarmos uma solução inovadora, a partir da organização e reorganização dos elementos-chave fornecidos pelo próprio problema.

Esta técnica é discutida por vários autores, dentre eles Mayer (1981, 1983), que credita a solução de problemas às características do sujeito solucionador e às qualidades da tarefa a ser realizada. Desta forma, entende o pesquisador que os

¹ Quando nos referimos a consciente/inconsciente não estamos tratando a mente na perspectiva freudiana, mas tão somente tratando do controle de atividades em que o sujeito encontra-se ou não em prontidão, prestando ou não atenção.

problemas podem ser bem definidos ou estruturados, e mal definidos. No primeiro caso, possibilitando a verificação de uma solução a partir do ponto de partida (proposição) e do ponto de chegada (solução), como nos clássicos problemas de lápis e papel dos cursos de Matemática e de Física, geralmente considerados exercícios didáticos nas primeiras séries, podendo vir a constituir os exemplares, na denominação de Kuhn, ao longo da formação profissional.

Já os problemas mal definidos não deixam claros os pontos de partida e chegada, nem as normas ou procedimentos para que possamos atacá-los. Por isso mesmo, podem ser atacados de várias maneiras, inclusive por uma heurística nova e individualizada.

É vasta a literatura acerca do ataque e resolução de problemas. Dewey (1910) enfatizava os seguintes aspectos da resolução de problemas: a perplexidade cognitiva diante da situação; um levantamento da situação problemática (dados/procurados); comprovação ou não de hipóteses através de uma solução.

Para encontrar a solução de um problema, muitos ainda preferem seguir os conselhos do clássico de Polya (1986, p.56), que preceitua o ataque ao problema em quatro fases:

Primeira fase: Compreendendo o problema. Ocasão em que se procura explicitar todos os dados, as incógnitas, as condições;

Segunda fase: Concebendo um plano de ataque. Oportunidade em que poderemos nos fazer as seguintes perguntas: solucionei algum problema semelhante? Este problema pode ser melhorado para aclarar os dados? Empregam-se, na busca de solução, todos os dados? Isto porque, na maioria das vezes, os problemas não são absolutamente novos nem possuem uma estrutura completamente inusitada; geralmente encontramos semelhantes;

Terceira fase: Colocando o plano em execução. Fase em que devemos comprovar cada passo dado, confrontando-o a todo momento com a teoria que o ilumina; para tanto, deve-se ter paciência

² Clássico analisado em Puchkin, 1976, p.32-35.

e atenção no controle das variáveis e nos modelos matemáticos (fórmulas) aplicáveis;

Quarta fase: Exercendo uma retrospectiva. Ocasão em que verificamos a coerência do resultado, a lógica do raciocínio. Esta fase geralmente é desprezada pela maioria dos alunos, inclusive pelo professor, talvez a mais importante: a crítica da solução permite consolidar o conhecimento e aprimorar as estratégias utilizadas.

É evidente que cada problema requer a sua própria solução. A solução de cada situação implica num processo de busca apoiado não só em conceitos científicos que permitem prever e explicar esses fenômenos, mas, também, na utilização de procedimentos de resolução próprios do questionamento científico. Vale não descartar a utilização, também, dos conhecimentos prévios (Drive, Guesne; Tiberghien, 1985; Hierrezuelo; Mortero, 1988 e Giordan; De Vecchi, 1987), corretos ou não, que cada sujeito possui incorporado ao seu acervo cultural, adquirido ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e, evidentemente, nas interações escolares.

Vale deixar claro que a solução dos problemas de “papel e lápis” — os exercícios escolares — exige uma adequada fundamentação teórica envolvendo a compreensão das equações, dos princípios e das leis que regem o fenômeno analisado que possibilite a viabilização de uma resposta coerente e, portanto, bem sucedida.

Este conhecimento é útil no reconhecimento do mundo, em que pesem arremedos e caricaturas de “solução de problemas inúteis e repetitivos” na educação escolar, particularmente em Matemática e disciplinas das Ciências da Natureza. É através deste treinamento e reflexão que o sujeito poderá adquirir desembaraço para buscar respostas aos fenômenos da realidade objetiva, reestabelecendo o equilíbrio do seu referencial, quando esta se apresenta problemática.

Acerca da origem e aquisição do conhecimento prévio do sujeito, que de certa forma podem ser fundamentais para o sucesso na atividade de solucionar problemas, podemos afirmar que elas filiam-se a uma das seguintes origens:

- a) Sensorial, como no caso das concepções espontâneas que são adquiridas por meio de informações recebidas através dos sentidos, a

- partir das interações com o mundo físico que costumam dar significado às atividades cotidianas;
- b) Cultural, como no caso das concepções induzidas, originadas no meio social e impregnadas de ideologias e preconceitos;
 - c) Escolar, como no caso das concepções analógicas, que podem fluir a partir da transferência de aprendizagens deformadas, de saberes parciais, do saber científico, de um ramo a outro do conhecimento.

A despeito de sua origem, o conhecimento acumulado leva o sujeito a estabelecer, em sua mente, modelos mentais, representações ou idealizações que são passíveis de transferência de uma para outra situação.

Nesse particular, Moreira nos informa que: *Representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista (...)* *Representações mentais analógicas – (imagem visual, auditivas, olfativas, táteis..) são não-discretas (não-individuais), concretas (representam entidades específicas do mundo exterior), organizadas por regras frouxas de combinação e específicas em função da modalidade da informação original (...)* *Representações Proposicionais são discretas (individuais), abstratas, organizadas segundo regras rígidas, captam conteúdo ideacional da mente independente da modalidade original da informação, em qualquer língua e através de quaisquer sentidos uma linguagem da mente...* Moreira (1996, p.193-232).

De outra forma, a imagem mental (representação mental) é uma idealização do pensamento acerca de uma realidade (inclusive do próprio pensamento), expressa através da linguagem falada, escrita, pictórica, gestual, De uma ou de outra forma, resolver o problema é o que importa e, para tanto, o homem lança mão de uma das estratégias inteligentes: modelo matemático, insight, serendipidade e heurística.

No caso dos modelos matemáticos teremos que apelar para as funções da lógica formal, para a dedução, procurando seguir o modelo se (condicional) então (ação). Aqui se enquadram os processos lógico-matemático, lógico-formais, e dentre eles o não consensual “método científico”.

Poincarè (1995, p.18), um dos cientistas mais férteis da história, ao discutir os contrapontos entre a lógica e a intuição para a formação e afirmação do cientista, após comparar os procedimentos de vários cientistas de renome do século passado, afirma que: *para fazer qualquer ciência, é preciso algo mais que a lógica pura. Para designar essa outra coisa, não temos outra palavra senão intuição. Mas quantas idéias diferentes se escondem sob essas mesmas palavras?*

No caso do *insight*, devemos antes recordar o avanço da Psicologia como ciência. Parece ter sido o psicólogo americano E. Thordike, por volta de 1898, o pioneiro das investigações acerca da resolução de problemas, oportunidade em que criou um laboratório de situações-problemas para humanos. Inicialmente trabalhou com gatos, geralmente famintos, presos em labirintos dos quais deveriam sair engenhosamente ou resolvendo determinados esquemas de ações.

A partir de seus estudos vieram as contribuições da Gestalt, com W. Koeler utilizando um chimpanzé (Sultão) e o problema da cesta de bananas, no qual o macaco deveria puxar uma corda que sustentava uma cesta de bananas no alto de uma árvore. Surgiu a partir daí o comportamento do tipo *insight* (percepção), que foi devidamente descrito por ele: o animal, após exauridas as tentativas de ensaio e erro para solucionar o problema, deixava-se ficar de lado por algum tempo, exausto, sentado ... depois, de súbito, saltava e rapidamente realizava as ações que conduziam à solução do problema, sem erro qualquer. (Puchkrin, opus.cit, p.31).

Wertheimer junta-se a Koeler ao afirmar o principal momento da criação intelectual como sendo o espocar do *insight* – o vislumbre súbito da percepção da situação-problema e de sua solução.

A serendipidade, por sua vez, é termo cunhado em primeira mão por Horace Walpole, em 1754, segundo Beveridge (1981), para definir o ato criador não habitual e não intencional, portanto casual.

Como característica geral, a criatividade apresenta-se em *forma de processo para formar e combinar idéias e hipóteses originais que resultam em um novo produto material, verbal, abstrato ou concreto* (Torrance, 1976).

A serendipidade é muito bem descrita por Beveridge, em *Sementes da Descoberta Científica: Na serendipidade o cientista se depara com um acontecimento incomum, ou uma coincidência curiosa de dois acontecimentos não incomuns, ou um resultado experimental inesperado. Não é o caso aqui de juntar idéias já meio-*

formadas, ou procurar analogias sugestivas, porque o próprio acontecimento observado é a descoberta, ou pelo menos um forte indício da descoberta; ela aparece de surpresa e pode ser recebida com dúvidas ou mesmo incredulidade. Enquanto uma intuição do tipo Eureka provoca a exclamação achei!, isto é, uma solução intensamente procurada, na serendipidade experimenta-se uma reação completamente diferente – alguma coisa foi encontrada, mas alguma coisa que não estava sendo procurada (Beveridge, 1981, p.21).

Todavia existe um questionamento acerca do casual. Muitos acreditam que o casual, aqui, representa apenas o *lugar certo na hora errada* para o acontecimento, porém, o estado de alerta do sujeito que descobre, a sua formação, o conhecimento acumulado e a experiência geralmente são fatores que decidem a descoberta, ou melhor, a fazem conhecida, a tornam perceptível e consciente.

Ilustradora é a descoberta da Penicilina, por Fleming, no verão de 1928: *Não fosse a experiência anterior [com a lisozima], eu teria jogado fora o material, como muitos bacteriologistas devem ter feito antes... É provável também que alguns bacteriologistas tenham percebido mudanças semelhantes àquelas [notadas por mim], ... mas na ausência de qualquer interesse por substâncias bactericidas naturais, as culturas foram simplesmente descartadas... Em vez de jogar fora as culturas contaminadas, com um discurso apropriado eu iniciei as investigações* (Fleming, in Roberts, 1989, p.201).

Ou ainda, a explicação da descoberta da fotossíntese das plantas, por Melvin Calvin, prêmio Nobel de Química de 1961. Expressou-se como sua *descoberta* lhe ocorreu: *Eu gostaria de descrever o momento (e, curiosamente, foi um momento) em que ocorreu o reconhecimento de uma das facetas básicas do ciclo fotossintético do dióxido de carbono. Um dia, eu estava esperando em meu carro enquanto minha esposa se ocupava de certos afazeres. Eu tivera, por alguns meses, certas informações básicas do laboratório que eram incompatíveis com tudo o que, até então, sabia. Estava sentado ao volante, provavelmente estacionado em zona proibida, quando ocorreu o reconhecimento do composto que estava faltando. Isso ocorreu assim – de repente – e subitamente, também em questão de segundos, a natureza cíclica da trajetória do carbono tornou-se clara para mim... em questão de trinta segundos. Então existe algo assim como a inspiração, eu suponho, mas é necessário estar preparado para ela.* (Journal of Chemical Education, set.58, p.428).

Pesquisando a literatura, a lista das descobertas que podem ser consideradas serendípicas é imensa. Por exemplo, em Pinto (1996, p.14-17), onde pode-se encontrar, dentre outras:

- ◆ Isaac Newton, 1687, Gravitação Universal ;
- ◆ Luigi Galvani, 1786, Eletricidade Animal;
- ◆ Edwar Jenner, 1796, Vacina contra Variola;
- ◆ Charles Goodyear, 1844, Vulcanização da Borracha;
- ◆ Friedrich A . Kekulé, 1865, Fórmula estrutural molecular do Benzeno;
- ◆ James Watson, 1952, o DNA;
- ◆ George de Mestral, 1950, o Velcro,.

A última vertente para a descoberta é a heurística, que designa, na visão de Puchkin: *a ciência que estuda as constantes da atividade do pensamento criador (...) compreendem também a elaboração de métodos e modos de direção dos processos heurísticos (...) através dos quais os cientistas cibernéticos procuram dar forma às manifestações do intelecto humano (p.8) São heurísticos os específicos meios elaborados pelo homem no decorrer da solução de certos problemas que, mais ou menos conscientemente, são transferidos para outros problemas (Puchkin, 1976, p.18).*

A heurística invoca imagens intelectuais e automatismos, geratrizes de novos sistemas de ação mental que possibilitam o desvendar das constantes físicas dos objetos à nossa volta e que, até então, permaneciam veladas ou não sabidas.

Arquimedes, na antigüidade, já dera prova do uso e da habilidade da heurística. O episódio da coroa do Rei Heron é significativo, mesmo descontados os floreios da história... Ao se deparar com uma situação inusitada, surge o desequilíbrio normal que é basilar para uma saída consciente e racional. Esgotadas, porém, estas saídas, resta apenas o vazio e a busca para novas estratégias de ação, o que pode ser considerado um ato de criação ou pensamento criador.

Vale salientar que um exercício é uma situação para a qual já possuímos, automatizada, os esquemas e rotinas para a resposta imediata e direta. Todo problema que é conhecido pode ser um exercício. Alguns exercícios, para os que desconhecem sua solução, pode tornar-se um problema. A resolução se baseia em habilidades ou técnicas anteriormente apreendidas e transformadas em rotinas de resolução.

Também o depoimento de H. Poincaré (1854-1912) no seu trabalho *Memórias sobre as funções de Fuchs*, em *A criação Matemática, de 1909*, é sem dúvida um dos grandes exemplos da atividade heurística na matemática. Após trabalhar duro na busca de funções iguais, certa noite ficou insone. A mente trabalhou a noite toda atormentando-se porque duas idéias entravam em choque. De repente, elas uniram-se formando uma combinação aceitável. Pela manhã o problema estava parcialmente resolvido.

Einstein, em *A Física e a Realidade*, também afirmou não ser apenas o pensamento racional, mas sobretudo o pensamento intuitivo, o caminho para o entendimento e descrição do mundo.

A heurística é o ato criador que difere de todos os outros, pelo fato de esgotar, antes, todas as possibilidades anteriores para a solução do problema. É a ausência do problema, sua retirada da rotina da memória ROM e sua transferência para a memória RAM, no inconsciente, que faz aflorarem os mecanismos heurísticos, a partir de uma reestruturação do campo perceptual. Isto ocorre porque a principal tendência do raciocínio intuitivo é a concisa percepção do problema global. O homem chega à resposta que procura sem ter consciência do processo pelo qual ela foi atingida. Além disso, nesse caso, a própria matéria do problema vai sendo refletida inconscientemente: *O raciocínio é feito através de saltos, rápidas mutações, omitindo-se os elos isolados* (Puchkin, opus. cit.p.13).

Argumentam os especialistas que a resolução mais confiável de um problema, contudo, é feita por um plano sistemático, algoritmo, matemático, lógico-formal. A solução heurística, mais rápida, por queimar etapas, aos saltos, nem sempre é plenamente sucedida.

Mas, o importante aqui deve ser a compreensão e descrição das estratégias postas em prática pelo solucionador; os planos que ele arma para o ataque e conseqüente solução do problema. Podemos considerar uma estratégia como *formas conscientes de organizar e determinar os recursos de que dispomos para a solução de um determinado problema*.(Pozo, opus cit., p.60).

Não obstante, verificando a história das descobertas científicas, nem sempre ao resolver um problema podemos aplicar as estratégias segundo este conceito. O *insight* é um exemplo disso. Geralmente não leva em conta a heurística pois a solução surge integral, de uma só vez. No caso dos conceitos primevos, as estratégias às vezes

não são conscientes ou como nos pareceu, em nossa investigação, dependentes de reações condicionadas pelos sentidos, via exterior.

Existem evidências na literatura que parecem confirmar a nossa tese, por exemplo, o depoimento de Sanz: *Pessoas formadas em química usavam diferentes técnicas para realizar cálculos proporcionais nas tarefas simples de mistura e dissoluções. Algumas dessas técnicas eram claramente incorretas do ponto de vista matemático, mas forneciam a solução correta para algumas tarefas, o tempo nelas investido era menor e eram necessárias menos operações do que usando as técnicas corretas.(...) estes químicos estavam adaptando estrategicamente os seus esforços e recursos às exigências das tarefas. No entanto, diante das mesmas tarefas, estudantes universitários usavam única e exclusivamente o algoritmo matemático correto que haviam aprendido durante a sua escolaridade. (Sanz, apud Pozo, 1998, p.61).*

Apesar de tantos estudos publicados, pouco ou quase nada dessas teorias e descobertas chega à escola fundamental e média. Chegou, por ventura, à Universidade?. Entendendo como as crianças e adolescentes pensam, mais facilmente o professor de ciências e matemática poderá atingi-los, proporcionado-lhes um ensino eficiente e eficaz. Vale questionarmos a universidade, enquanto órgão formador de professores, pelo descaso para com os paradigmas emergentes, principalmente na área do ensino e da psicologia da aprendizagem.

A última década, em que pesem os reflexos da política econômica e das medidas adotadas pelo Ministério da Educação, pode ser considerada como a década perdida, pois a inteligência universitária quase nada produziu ou re-elaborou. Heurística, serendipidade, Inteligências Múltiplas, Psicologia Emocional - teoremas emergentes que são estudados internacionalmente -, ainda são consideradas novidade sem significação científica, pois não existem dados que comprovem ou referendem a sua validade em clientela brasileira.

Como afirma Thagard (1998), a importância desses estudos que visam elucidar como a mente funciona em situações de aprendizagem deveria ter importância capital para os educadores, porque permitiria um melhor planejamento para a efetiva ação educativa.

A escola, portanto, deveria tratar melhor o processo da resolução de problemas, que em última instância é a criação de modelos mentais, tentativas de explicitar como as pessoas raciocinam para alcançar certos objetivos. Este, por si só, já

se constitui em um princípio educativo, pois quando uma pessoa resolve um problema uma vez, sozinho ou com ajuda de professores ou colegas (alargando a sua ZDP), geralmente é capaz de aprender com a experiência e, assim, estar habilitada a resolvê-lo de uma maneira mais fácil, em uma outra oportunidade.

Como Chefe de Departamento de Física e como Coordenador de Curso na UFPI por duas vezes, tenho sido ferrenho crítico ao longo de quase duas décadas do modelo de licenciatura em Física, posto em prática em minha Universidade e, por extensão, em muitas outras que teimam em disfarçar um Bacharelado ora efetivo ora truncado, em Licenciatura. Poderíamos dedicar mais tempo à formação do licenciado, oportunizando espaço teórico e prático para a instrumentalização do futuro docente, também em questões que dizem respeito à estrutura da linguagem e do pensamento (Frota, 1998).

Todavia, esta ainda não é uma prática recorrente em todos os cursos de formação de professores para a área de Ciências da Natureza. Peduzzi (1998, p.31) nos informa sobre sua pesquisa a respeito da solução de problemas efetuada junto a 10 professores do Departamento de Física da UFSC, sobre as possíveis causas dos fracassos dos estudantes na resolução de problemas.

Atesta o pesquisador que os professores foram unânimes ao apontarem a tão famosa, gasta e constante “falta de base” para as duas vertentes apontadas: falta de um adequado embasamento teórico na disciplina (desconhecimento do conteúdo, leis, princípios e conceitos) e a insuficiência de domínio da matemática elementar (sistemas de equações, gráficos, manipulação de variáveis). Em momento algum os professores abordaram a própria prática e, nela, a crítica da inexistência de orientações formais por parte do corpo docente sobre uma eventual “solucionática”.

Como nos chama a atenção Pozo (1998), a prática didática e educacional nos alerta para o fato de que a transferência ou generalização dos conhecimentos adquiridos para um novo contexto é problemática. O aprendizado por transferência vai muito mais além do aprendizado da simples aplicação, pois existem grandes diferenças contextuais entre a situação de aprendizagem normal da escola e a situação real, vivencial, do contexto e da vida diária.

Uma destas dificuldades, para se ter uma idéia, reside no âmbito do aprendizado escolar formal, pois: *estruturado em situações hipotéticas que geralmente não guardam identidade nenhuma com o mundo real e com a própria vida, tais*

situações perdem o elã que atrai o sujeito rumo ao objetivo que o move para a atividade passagem do exercício para o problema, ou o uso técnico do conhecimento para o seu uso estratégico (...) Constitui, muitas vezes, o longo caminho que é preciso percorrer da sala de aula até a vida cotidiana. (...) quando surge um problema que é preciso resolver, o que aprendemos na escola costuma ser de pouca utilidade... (Pozo, 1998, p.42).

A ruptura com este estado de coisas poderia ser efetuada. O que vem sendo ensinado na escola poderia ser de maior valia para a vida prática, se estudássemos detalhadamente as formas de *raciocínio intuitivo* (Carrero; Garcia Madruga, 1984, Pérez Echeverría, 1990) que consistem em regras facilmente acessíveis, criadas intuitivamente pelo sujeito, que permitem reduzir situações novas e complexas a tarefas conhecidas, poupando tempo e alcançando uma solução coerente com o novo contexto, atingindo assim as metas propostas pela tarefa.

A prática docente, no entanto, geralmente não passa de uma explicação rápida do problema, uma separação de dados do que é pedido, centrando a atenção no resultado, quando na realidade, mais importante seriam as estratégias utilizadas pelos sujeitos que logram resolver o problema. Geralmente os professores, por descuido ou despreparo, não perdem tempo sequer com o esclarecimento do problema; não situam o contexto, não tecem inferências ou pistas, indo diretamente em busca do imediato, da resposta certa. Com isso tem-se a indiferença dos alunos para com a resolução de problemas e conseqüente para com o estabelecimento de estratégias mentais.

Davidov (1982, p.152) explica essa indiferença como sendo conseqüência da ênfase que a escola dá na classificação de problemas em detrimento ao ensino da resolução imediata. É muito pouco desenvolvida nos estudantes a faculdade de análise e o estabelecimento de estratégias que visem à solução dos problemas com os quais se defrontam em situações da vida real e de ensino-aprendizagem formal.

Embora não estejamos advogando o “ensinar a resolver problemas”, o que não seria pedir muito, vale a pena lembrar os estudos mais recentes, por exemplo de Cabral da Costa; Moreira (1996), Moreira (1996) e Rosa, Moreira; Buchweitz (1992), que tratam das diferenças e facilidades entre bons e maus solucionadores de problemas, com outros aportes de recentes contribuições, a exemplo da Inteligência Artificial. Em função do ensino formal, seria de importância capital para o professor de ensino fundamental e médio deter estes conhecimentos. Em princípio, poderiam

ajudar bastante a desenvolver as habilidades do psiquismo superior de seus alunos por intermédio da busca de soluções de problemas do conteúdo curricular. Esta atividade, se bem planejada, poderia servir como trampolim para impulsionar o desenvolvimento mental dos alunos, pois como afirmou Vigotsky (1996, p.117), o ensino eficiente é aquele que adianta-se ao desenvolvimento.

Cabral da Costa; Moreira distinguem os novatos dos especialistas em solucionar problemas: *De modo geral, os comportamentos de novatos e especialistas na resolução de problemas foram identificados quanto à maneira como os conceitos e princípios são organizados e recuperados na memória de longo prazo, bem como quanto ao estoque de estratégias utilizáveis pelos sujeitos em função de seu conhecimento e experiência (prática). Por conseguinte, fica implícito o papel relevante do conteúdo e do contexto na execução da tarefa de resolução de problemas.* Cabral da Costa; Moreira (1996, p.178).

Um bom solucionador se diferencia de um mau porque ao interpretar o problema com um gráfico ou desenho, normalmente resolve-o de maneira literal, após estabelecer um plano para a solução, partindo de um princípio geral, usando raciocínio dedutivo. Um bom solucionador consegue explicar fluentemente e com linguagem técnica o que está fazendo, pois localiza o problema dentro do contexto da disciplina (Rosa, Moreira; Buchweitz, 1992, p. 183).

Com esta discussão, onde localizamos aspectos diversos sobre contribuições na área da Resolução de Problemas no sentido mais amplo, iniciamos incursão mais localizada no presente trabalho de Tese. Nos colocamos como agente de mediação, no processo de identificação das estratégias empregadas por estudantes de 7 a 14 anos, de ambos os sexos, na resolução de um problema: avaliar durações de eventos e, a partir delas, relacionar espaço, tempo e velocidade através de um programa de computador, na modalidade jogo. A solução que se busca para o problema poderá, sem dúvida, estar contida entre aquelas aqui descritas e discutidas.

CAPÍTULO V. O JOGO COMO SIMULACRO DA VIDA REAL.

Após relacionar os sentidos e a mente humana como elementos constitutivos do processo humano de mediação, que em última análise são responsáveis pelas interações que promovem a apreensão da realidade objetiva, localizaremos o jogo, no presente capítulo, como atividade fundante para o desenvolvimento humano. Enquanto atividade humana, na visão de Leontiev, o jogo é a forma de ensaio para que o sujeito encontre o encaixe na vida social e produtiva da coletividade.

A Teoria Histórico-Cultural admite o jogo como uma das três modalidades básicas para a apreensão do conhecimento, considerando-o fator co-responsável pelo desenvolvimento humano; daí porque esta atividade é tão valorizada quanto à aprendizagem formal e o trabalho.

Elkonin (1980, p.17) destaca que o vocábulo “jogo” apresenta diferenças significativas em função das culturas dos povos. Para os gregos antigos, a locução era entendida como ação própria de crianças, expressando principalmente o que se entende hoje como fazer brincadeiras. Para os hebreus, jogo correspondia ao conceito de diversão e riso. Para os germanos, denotava as brincadeiras em ritmos compassados e graciosos. Com o passar do tempo, destaca o autor citado, a palavra jogo começou a sofrer uma aproximação de significados, designando em todas as línguas o sentido constituído por um núcleo comum de ações humanas que não requerem um trabalho árduo e proporcionam alegria e satisfação.

Essas afirmações, registradas originalmente há mais de um século, continuam a parametrizar o conceito de jogo atualmente, quer para os pesquisadores que tenham como fonte as culturas do oriente quer para aqueles que cotejaram fontes ocidentais; há fortes indícios de que se mantém acesa a chama do lúdico com os mesmos fins em todos os cenários culturais. Assim, Antunes (1999, p.11), estudando

o jogo sob uma perspectiva da tradição latina, afirma que o vocábulo provém de *jocu*, substantivo masculino de origem latina que significa gracejo, artil, manobra, astúcia. Expressa em sentido lato, um divertimento, uma brincadeira, um passatempo sujeito a regras que são observadas pelos participantes ou jogadores.

Ao longo do tempo, vários autores tentaram definir o jogo a partir de um conjunto de características evidenciadas no decorrer da atividade (Vygotsky, 1966; Bougere; Heriot, 1993; Huizinga, 1990), destacaram o poder do jogo como elemento de transmissão cultural, passível de uso pela escola em atividades formais de ensino/aprendizagem.

Ao se cotejar as fontes, constatamos ser possível definir o jogo como uma modalidade de atividade humana, portanto social, de caráter alegre e divertido, apresentando-se de maneira estruturada, semi-estruturada ou totalmente livre, do ponto de vista de regras, objetos e objetivos, guardando um certo antagonismo com o trabalho. Enquanto o trabalho é considerado atividade produtiva, ligada ao sacrifício, algo penoso, repetitivo e doloroso de fazer - ilustrado pela mitologia na luta incessante entre Prometeu e a Águia - , o jogo, ao contrário, popularizou-se como a ação humana lúdica e gostosa de executar.

Como fenômeno social antropomórfico, não existe uma data ou marco para o aparecimento do jogo como atividade humana. A Sociologia, a Antropologia, a História e a Psicologia têm se debruçado sobre o tema buscando a origem desta criação humana tão cara à educação e à educabilidade das civilizações (Elkonin, 1980; Usova, 1976; Ariés, 1981). Uma hipótese muito razoável é que as brincadeiras que fizemos quando crianças e adolescentes remontem aos nossos ancestrais, há milhares de anos e, mais, tenham sido efetuadas em todas as culturas. Assim, vale a pena apontar momentos na história da humanidade em que o jogo esteve presente.

Kishimoto (1990) afirma que, na antigüidade grega, o jogo físico, de caráter preparatório dos militares, já despertara em Platão e Aristóteles as preocupações com o valor pedagógico para o ensino e a aprendizagem: o jogo poderia ser uma atividade prazerosa de aprendizagem, sem a utilização da violência e da opressão. Por outro lado, o jogo físico, do movimento, possuía importante valor na formação da beleza física dos gregos, de índole militarista e estética.

Na Renascença (Século XVI), o peso da educação jesuítica faz emergirem os jogos do espírito (mentais) – enigmas e adivinhas –, utilizados como estratégias educacionais, mudando, por conseguinte, as relações educacionais entre as crianças e adultos. Isto porque, naquela época, adultos e crianças participavam dos mesmos jogos, pois o ritmo circular da vida cotidiana não destacava o trabalho como atividade de sobrevivência: adultos e crianças trabalhavam nas fainas diárias (colheitas, serviços domésticos, ordenha, plantios), rezavam, dançavam e cantavam exercendo juntos todas as atividades do ciclo da vida.

Embora utilizado de maneira dirigida pelas escolas jesuítas, só no século XVIII o jogo firma-se como uma atividade educacional. Primeiro, adentra ao cotidiano popular com a democratização da educação, que deixa de ser privilégio da nobreza e da aristocracia e, segundo, pela descoberta da infância, uma vez que até então as crianças eram tidas como adultos em miniatura, sem direito ao período de transição da criança/adolescente antes de sua inserção no mundo adulto do trabalho e das atividades produtivas.

Conforme Fantini (1996, p.28), o século XIX pensa em consenso uma criança que carece de um tratamento educacional diferente da oferecida até então. Surgem as preocupações pedagógicas nos discursos: valoriza-se postumamente Rousseau, que em *Emílio ou Da Educação*, falara da necessidade de se educar a criança conforme sua ‘natureza infantil’, apontando para o brinquedo como objeto da ação de brincar; Pestalozzi relacionou o efeito do jogo com a ação mental da criança, e Fröebel introduziu o jogo na educação pré-escolar.

Apesar de estarem presentes em todas as culturas, o jogo e o brincar têm conotações variadas em função das suas raízes ontológicas e culturais, não guardando em si nenhuma atividade instrumental que lhes seja própria, diferindo das demais atividades humanas. Algumas teorias que buscam explicitar a origem genética do jogo procuraram vinculá-lo à arte, enquanto estética, à livre iniciativa antropomórfica, às características biológicas dos animais (inatistas), ao princípio do prazer e ao trabalho (Spencer, 1897; Schiller, 1935; Wundt, 1887)³.

³ Textos considerados históricos, comentados em Elkonin (1980).

Wundt (1887) afirma que o homem, ao sopesar a atividade do trabalho, dirige parte da energia gasta para funcionar como fonte de gozo, através do jogo. A ligação entre jogo e trabalho é quase evidente, pois não existe nenhuma forma de jogo cujo modelo não seja uma forma de trabalho sério que o precede.

Spencer (1897) lembra que os animais inferiores consomem todas as suas energias mantendo as funções vitais, por isso é comum o andar incessante em busca de alimento. O jogo é traço que distingue o homem dos animais, uma vez que o homem busca gastar a sua energia acumulada através do jogo, numa espécie de princípio do prazer.

Schiller (1935) acredita ser o jogo uma modalidade de atividade estética, natural. Lembra que até os irracionais, quando acumulam energia, procuram deliberadamente perdê-la, numa espécie de brincadeira, como procede o leão, que uma vez saciado, brinca pelo prazer estético, urra e deleita-se para perder energias.

O jogo e o brincar, portanto, guardam nas demais culturas um fator de importância central, que nivela estas atividades ao trabalho, ao labor, ao fazer imaginativo que o aparta do real e o aproxima, portanto, da arte, como bem observou Freud: Toda criança que brinca se comporta como um poeta, pelo fato de criar um mundo só seu, ou mais exatamente, por transpor as coisas do mundo em que vive para um universo novo em acordo com suas conveniências (...) o poeta age como a criança que brinca; cria um mundo imaginário que leva muito à sério, isto é, que dota de grandes qualidades de afetos, sem deixar de distingui-lo claramente da realidade. (Freud, 1973, p.70).

Plejanov (1958) pareceu elucidar as conexões entre arte, trabalho e jogo quando afirmou ser inerente à natureza humana o olhar utilitarista que faz dos objetos e dos fenômenos. Para ele, o homem, diante de algo, primeiro procura perceber sua utilidade e, só depois, a beleza, a estética. Daí, portanto, supor a arte e o jogo originados de uma mesma fonte: o trabalho.

Nesta mesma linha de raciocínio encontramos o pensamento de Makarenko, que, ao centrar o seu pensamento na relação, que considerava forte, entre o jogo e o trabalho, diz: Toda a história do indivíduo como homem público e trabalhador pode

ser representada no desenvolvimento do jogo e em sua posse gradual do trabalho. Este passo se desenrola muito lentamente. Na mais tenra idade da criança predomina o jogo, suas funções laborais são muito insignificantes e não ultrapassam os limites do mais simples auto-serviço, começa a comer por si mesmo, a cobrir-se com a fralda e a vestir-se. Ainda aqui, neste trabalho, ele introduz muitos elementos do jogo. (Makarenko, 1957, p.373).

O pensamento de Makarenko parte do princípio de que o homem é preparado para o mundo do trabalho, iniciando esta preparação pelo próprio cuidado pessoal. O vestir-se, banhar-se, arrumar-se, embora possam ser aprendidos com o lúdico, têm como objetivo principal a inserção do homem no mundo produtivo, de acordo com o contexto sócio-cultural no qual se insere.

Este contexto sócio-cultural é enfatizado por Bougère, ao atribuir ao jogo um manancial de emergente enriquecimento cultural: o jogo humano supõe o contexto sócio e cultural. *É preciso, com efeito, romper com o mito do jogo natural. A criança está mergulhada desde o seu nascimento num contexto social e seus comportamentos estão impregnados por esta imersão inevitável (...) o jogo pressupõe uma aprendizagem social.* Bougère (1989, p.33).

Partindo das preocupações com o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, Vigotsky (1935, p.78) via no jogo a oportunidade de realização de uma ação com o objeto substituto, isolando a função representativa. O interesse maior do pesquisador estava centrado na apropriação dos signos pela criança, principalmente encarando o jogo como emprego lúdico de certos objetos como símbolos na comunicação infantil.

Nesta vertente, Vsevolodski-Guerngross (1933, p.xxiix) conceituou o jogo como uma variedade de prática social consistente em reproduzir em ação, em parte ou em sua totalidade, qualquer fenômeno da vida à margem de sua própria prática real. Destaca ainda que a importância social do jogo reside na sua função de treinamento do homem nas fases iniciais de seu desenvolvimento e em seu papel coletivizador.

Pode-se ilustrar esta suposição com exemplos bastante familiares:

a) Crianças, filhos de bancários, por exemplo, reúnem-se para brincar de banco. Alguns serão os clientes, que estarão na fila para pagar luz, água ou sacar

dinheiro (seguram papéis que representam as guias ou simulam cédulas). Outros sentam-se no chão, em locais demarcados com pedaços de madeira, concentrados como se fossem caixas de banco. Alguns fazem a segurança, munidos de pedaços de madeira...

b) Meninos e meninas brincam de médico. As meninas são mães que levam suas bonecas (filhos) sofrendo de alguma doença (gripe, falta de apetite) ao médico, que as examina, (munido de um cordão que possui duas latinhas amarradas às extremidades representando um estetoscópio) e conversa com a mãe antes de passar a receita, o remédio.

Nestes exemplos pode-se destacar alguns aspectos muito importantes:

a) a definição e delimitação de papéis, segundo a conotação das questões de gênero que a comunidade na qual estão inseridas as crianças adota. Geralmente as profissões masculinas são exercidas por meninos, e as femininas, pelas meninas;

b) a representação das atribuições e especialização do trabalho que é desempenhado por cada membro do grupo na simulação: caixa, usuário, médico, paciente, mãe;

c) emprego lúdico dos objetos: boneca é filho, papel é dinheiro, latinhas com barbante é aparelhagem médica especializada;

d) relações autênticas, à semelhança dos modelos seguidos, quando o jogo se desenrola;

e) lições de aprendizagem real das relações sociais e de trabalho travadas na sociedade.

Coube, todavia, ao casal Dewey a valorização do jogo ou atividade lúdica para emprego na aprendizagem formal, a partir do interesse que desperta qualquer assunto, quando abordado de forma lúdica. Acreditavam eles que, quando a criança tem despertado o interesse, haverá a diminuição das distâncias entre o sujeito e o objeto a ser conhecido. Por esta razão exortavam os professores ao aproveitamento pedagógico do lúdico, pois acreditavam ser tarefa do professor e da escola⁴ o uso

⁴ Em 1896 Dewey criou a Escola Elementar da Universidade, uma escola experimental ligada ao Departamento de Pedagogia da Universidade de Chicago, onde aplicou suas idéias do *aprender fazendo*, geralmente através de tarefas lúdicas. Esta escola passou à História da educação mundial como Escola de Dewey.

inteligente para favorecer, com aparelhos (recursos físicos e sociais), a satisfação deste impulso vital da criança e dos adolescentes para apreender as coisas que lhes despertavam interesse. O jogo e as representações, portanto, possibilitariam reconstruir mental e fisicamente as experiências importantes para a humanidade, padrões eficientes de julgamento, comparações e crenças.

Para os Dewey: *Brincando elas observam mais atentamente e deste modo fixam na memória e em hábitos muito mais do que se elas simplesmente vivessem indiferentemente todo o colorido da vida ao redor. Consequentemente, enquanto jogos imitativos são de grande valor educacional no modo de ensinar a criança a observar seu meio e alguns dos processos necessários ao seu desenvolvimento, se o meio não for bom, a criança aprende maus hábitos e maneiras erradas de pensar e julgar. Tais modos são muito difíceis de corrigir, porque foram fixados ao serem vivenciados em situação de brincadeira.*(Dewey et alii, 1924, p.109).

Em relação a estes aspectos, lembramos ainda que, nos dias atuais, quando as fainas da escola e suas repetidas ações motoras parecem inibir a aprendizagem, por falta de criatividade ou pela própria razão da atividade específica, o valor educacional do jogo está mais que nunca presente, como apontam Ferreira & Terrazan (1998, p.54): brincar de pandorga ensina a criança a descobrir a direção dos ventos, a controlar os movimentos da mão; jogar gamão ensina a criança a somar e subtrair os resultados dos dados e desafia sua perspicácia e atenção; brincar com letras ou palavras ensina a compor palavras ou frases, o mesmo ocorrendo com números.

Quanto ao aporte à vida escolar, Abreu (1993) afirma que os jogos, enquanto vertente da imitação da vida social, são portadores de conteúdos escolares que de certa forma integram o mundo infantil. É também pela vertente do corporal, como afirma Petry (1988), que a criança apreende o mundo: noções espaço/temporais importantes para situar-se no mundo, como esquerda/direita, em cima/embaixo, mais perto/mais longe, dentro/fora, em frente/atrás, são facilmente assimiláveis através do jogo.

Vygotsky (1989) enfatiza o papel do jogo no desenvolvimento da criança ao afirmar que o brinquedo é gerador de oportunidades para o crescimento intelectual a partir da projeção de habilidades e atitudes que ela assumirá na fase adulta, em função de sua cultura e de seus contextos. Pois é neles – contextos da instrução escolar e

social - que se alargam as zonas de desenvolvimento proximal, possibilitando o sucesso na resolução dos problemas da vida.

Observa-se que são os papéis - diálogos e ações - aliados à imaginação criadora que fazem explícitos os objetos e objetivos das atividades exercidas pelos adultos. Daí porque muitos dos jogos propostos por educadores aproveitam a realidade para o preparo futuro dos papéis que viverão as crianças. Esta preparação a partir do lúdico preenche na escola, ainda no ensino fundamental, o papel da politização e da cidadania, a partir das regras de higiene, do trânsito, dos princípios democráticos, das questões do meio ambiente, relações comerciais, enfim, tudo aquilo que efetivamente se constitui num verdadeiro exercício da cidadania.

Evidentemente que nem todo jogo deve e pode ser colocado a serviço da educação formal, sem antes passar pelo crivo da análise criteriosa acerca dos objetos e objetivos visados. Elkonin (1980, p.188) afirma que o sentido do jogo é uma variável que depende da idade, do sexo, do grau de especialização do trabalho e dos valores da sociedade em que se insere a criança.

Em função deste conjunto de variáveis independentes, as experiências e as interações vividas serão diversas: meninos e meninas não terão as mesmas interações com os mesmos brinquedos, uma vez submetidas a valores diversos na sociedade (questões de gênero); crianças de diferentes grupos sociais identificar-se-ão provavelmente com os valores de seus grupos; crianças de idades diversas agirão com objetivos diferentes: para os menores o sentido do jogo poderá estar centrado nas ações da pessoa cujo papel interpretam (imitação), para os de idade mediana, nas relações desta pessoa com os outros (interação), e para os maiores, nas relações típicas da pessoa cujo papel representam (identificação).

Mas, devido ao avanço do conhecimento objetivo do mundo, como colocou Leontiev (1978, p.472), ao longo do seu desenvolvimento, a criança centra o desejo de acessar os objetos que não estão ao seu alcance, em função das normas sociais ou do próprio desenvolvimento físico e mental. Assim, em determinada fase etária, a criança não se contenta apenas em ver um automóvel, uma motocicleta, um aparelho de som: ela quer possuí-los, dominá-los, dirigi-los, utilizá-los efetuando um conjunto de operações relegadas aos adultos apenas.

É evidente que estes desejos pelo aprendizado do jogo podem e serão com o tempo controlados. Pois, como admite Krupskaia (1959, p.94), *o jogo é responsável pelo desenvolvimento físico e mental da criança: desenvolvem-se as forças físicas que fazem mais fortes seus braços, dá-se mais agilidade ao corpo, mais acuidade à sua visão. Psicologicamente desenvolve-se a engenhosidade, o entendimento e a iniciativa. Criam-se hábitos de organização, a habilidade de pesar as conseqüências e, por conseguinte, o domínio de si mesmo.*

Verifica-se, quer seja nas comunidades primitivas (de ontem) ou nas mais avançadas (de hoje) que a necessidade de subsistir obrigou o homem a trabalhar, das tarefas diárias às de produção fabril e com o advento do capitalismo, alienando a sua mais valia. É no trabalho, porém, que o homem vai aprender a dirigir e aplicar suas energias de maneira produtiva. À semelhança do trabalho, inicialmente as crianças e os velhos vão marcar a vida das comunidades pela imitação das ações produtivas e pelo repasse oral das regras sociais, nas atividades de jogo, entendido então, como forma de reconstrução das relações sociais, sem o fim utilitário que possui o trabalho.

De forma geral, parece que o jogo surgiu como a representação do mundo do trabalho, o mundo do adulto. Benjamin (1984, p.64), vai aclarar esta suposição quando trabalha aspectos da relação criança-brinquedo-adulto. Rodeadas por um mundo de gigantes, as crianças criam para si, brincando, o pequeno mundo próprio; mas o adulto, que se vê acossado por uma realidade ameaçadora, sem perspectivas de solução, liberta-se dos horrores do mundo através da reprodução miniaturizada.

Geralmente, os estudos mostram que o jogo visa despertar um conjunto de faculdades importantes para o desenvolvimento físico e mental do homem. Dentre elas: a percepção, a memória, o pensamento, a imaginação, a cooperação e a sociabilidade, fazendo com que declinem a inadaptabilidade, a agressividade, o egoísmo e o retraimento.

Isto torna-se evidente quando, nas mãos de uma criança, um barbante e uma lata de sardinha mudam de aparência e dão lugar a um carro; ou pequenas frutas e palitos viram animais. *Em função desta fantasia que só o lúdico desperta, a criança toma como ponto de partida qualquer objeto, e a alquimia de sua fantasia o transforma num instante... Cavalga em um pedaço de madeira, uma cadeira virada é uma barca ou um carro; a mesma cadeira, de pé, é uma mesa. Uma caixa se converte*

em uma casa, em um armário, em um carro, enfim, em tudo aquilo que ele queira, em tudo o que a imaginação infantil em cada momento queira transformá-la.(Comperè, 1912, p.190-1).

Neste particular, Elkonin (opus. cit. p.42) advoga uma relação estreita entre a educação e o trabalho. Os traços típicos da educação infantil nos primeiros períodos do desenvolvimento da sociedade moderna podem ser assim entendidos:

- a educação de todas as crianças por igual e a participação de todos os membros da sociedade na educação de cada indivíduo;
- a universalidade da educação, cada criança deve saber tudo o que sabe um adulto, participar de todas as atividades da sociedade a qual pertence;
- brevidade do período educativo - as crianças conhecem já na idade curta todas as tarefas que desenvolvem na vida, ficam independentes dos maiores e seu desenvolvimento acaba antes das fases do desenvolvimento social.

O principal fator formativo para o desenvolvimento das crianças é a participação na vida dos adultos e conseqüente incorporação ao mundo produtivo. Embora respeitando o fato de que a criança tem que viver e aproveitar a sua infância, não podemos concordar com o alargar da faixa entre a infância e a adolescência, como forma de retardar a renovação da mão-de-obra produtiva, o que na realidade é escamoteado pelas políticas públicas de amparo ao menor.

É evidente que nas sociedades que detêm baixo nível de desenvolvimento das forças produtivas, a infância geralmente é levada à produção muito mais cedo, uma vez que a distribuição de rendas não atinge a maioria da população, ficando os lares à mercê da ajuda produtiva das crianças, privando-as, portanto, de sua infância, da escola, e por conseguinte, da perspectiva de um futuro melhor.

Salienta-se que não vivemos fora desta realidade. As manchetes de jornal, a TV e o rádio nos trazem dioturnamente a notícia desta realidade que se transforma num retrato do brasileiro de todos os rincões deste país.

Fica também evidente que o ritmo de vida moderno tem afastado as crianças do seio das atividades familiares que, por razões sistêmicas, quase não mais

existem. A ausência dos pais nos lares, a vigilância sobre os filhos, a cobrança simples das tarefas mínimas da escola e a falta de diálogo têm favorecido a escalada das drogas e da criminalidade infantil. Parece existir a necessidade da reintrodução das crianças nas festas públicas, nos templos, nas atividades sociais em conjunto com os mais velhos, sem a segregação a que são submetidas nos grandes centros urbanos, como forma de re-educação, uma vez que a convivência com o adulto parece ser fundamental, pelo exemplo, pelo trabalho, quer público quanto doméstico ou em relação ao ócio coletivo.

Quanto mais incipiente o nível de desenvolvimento da sociedade, tanto antes as crianças se incorporam ao trabalho produtivo e se convertem em produtores independentes. Nos albores da sociedade, as crianças levavam uma vida comum com os maiores, a função educativa não se fazia separada da vida, o trabalho ainda não havia sido incorporado como uma função social. O meio fundamental para a socialização da criança era o de incluí-la, gradualmente, nas formas que estavam ao seu alcance, de afazeres dos adultos.

É consenso afirmar que no centro da situação lúdica está o papel assumido pela criança. Este papel determina o conjunto de ações realizadas pela criança na situação imaginária, geralmente representação das ações efetuadas pelos adultos. O objeto da atividade da criança no jogo é o adulto, o que ele faz, o fim para o qual ele o faz e as relações que trava com outras pessoas. A motivação da criança, portanto, no jogo, é a perspectiva de atuar como adulto, de tomar o seu lugar na ação, de sê-lo.

Os processos de aprendizagem que se fazem a partir de ações com objetos ou coisas têm um caráter ambíguo e ambivalente, em função da atuação da criança com/como adulto. A criança busca apreender o esquema geral de manipulação social e só depois, evidentemente, a manipulação do objeto em si, a partir do domínio de sua forma, constituição aparente, etc. Por outro lado, na atividade conjunta entre crianças e adultos, os últimos vão transmitindo pouco a pouco aos primeiros o processo de aquisição da autonomia que lhes possibilitará uma vida adulta equilibrada. Durante a atividade, além de uma interação prática entre o adulto e a criança consolidar-se-á uma relação de confiança estimulada pelo adulto, que permite a avaliação do aprendizado infantil, a partir do reforço ou negação dos seus comportamentos assumidos.

Embora correndo o risco de suplantando o lúdico, pois Leontiev (1978) afirma que tais jogos com a participação de adultos deixam de ser brincadeiras e se inserem no conjunto de atividades regidas por regras que, quanto mais rígidas, mais fortemente situam a criança no mundo real. Haverá sempre um impulso para que a criança atue em um estágio superior ao nível que na verdade ela se encontra, aprimorando o seu aprendizado e adiantando o seu desenvolvimento.

Galperin (1959) defende que a formação dos atos mentais e a consequente aquisição de conceitos passa logicamente pelas seguintes etapas: formação dos atos com objetos materiais, seguindo para o estágio da formação do ato no plano da linguagem (fala em voz alta) e, posteriormente, transformando-se em atos conscientes, independentes portanto da presença de protótipos materiais, no plano mental ou da consciência.

Ao brincar de motorista de táxi, por exemplo, a criança faz um esforço muito grande para imitar fielmente o comportamento do adulto, o que a faz assumir um comportamento para além do infantil, provendo conceitos e apropriando-se do mundo.

A indústria norte-americana é conhecida como a que mais fabrica e coloca no mercado os jogos ditos educativos, principalmente na modalidade de pacotes cartonados de atividades. Recentemente, no Brasil podemos verificar o aparecimento de alguns jogos educativos de nível elevado, como por exemplo o Zig-Zaids, produzido pela Fundação Oswaldo Cruz/RJ, dedicado ao esclarecimento e prevenção das doenças sexualmente transmissíveis, em particular a Aids.

Tais jogos estruturados – com fichas, dados, tabuleiros, regras – geralmente extrapolam os limites do lúdico e, evidentemente, também os limites da escola, e com eles, facilmente, embora limitados a determinado elenco, pode-se ter êxito com uma classe inteira, permitindo a muitos alunos alcançarem conhecimentos valiosos.

Sem dúvida esta possibilidade de aproveitamento do jogo como instrumento de aprendizagem de largo alcance já era defendida por Vigotsky, apud Newman; Holzman, (1993, p.99-100): *o brinquedo cria uma zona de desenvolvimento proximal da criança. No brinquedo a criança sempre se comporta além do comportamento habitual de sua idade, além do comportamento diário; no brinquedo é como se ela fosse maior do que é na realidade (...). O brinquedo fornece ampla estrutura básica*

para mudanças das necessidades e da consciência. A ação na esfera imaginativa, numa situação imaginária, a criação das intenções voluntárias e a formação dos planos da vida real e motivações volutivas, tudo aparece no brinquedo, que se constitui, assim, no mais alto nível de desenvolvimento pré-escolar (...) uma atividade condutora que determina o desenvolvimento da criança..

Acrescentava ainda que, no jogo, o sujeito pode imaginar desafios que estão muito aquém da realidade, da vivência diária, das possibilidades do material, do hoje e do agora. Pode levantar hipóteses e criar modelos para descrever; criar, compreender e resolver os problemas que lhes são propostos.

No ato de brincar, o sujeito desenvolve a capacidade imaginativa, possibilitando a construção de relações entre o imaginário pleno e o real. Neste exercício criativo é possível o aflorar de um conhecimento que o sujeito detém de sua realidade sócio-cultural e/ou vivencial a partir dos objetos e das pessoas que o rodeiam. Esta realidade imediata que a criança é capaz de construir e nela atuar possibilita ainda o ajuste ao real, acatando-a, negando-a ou modificando-a.

Como fato social, a cultura também sofre agressões, podendo até, de certa forma, ser suplantada. Antigamente, as agressões faziam parte das ações de dominação impiedosa do vencedor sobre o vencido. No mundo moderno imperou o mercantilismo como troca de fazeres e de resultados destes fazeres que, atrelados a eles, forneceram novas regras de fazer e usar. Nos dias atuais, certamente a comunicação via computadores – pela Internet, a Rede Mundial de computadores - e os multimeios parecem cumprir estas funções de um modo mais eficiente e menos doloroso.

Para tanto, basta verificarmos que as nossas crianças já não brincam de rodas, já não sabem as nossas antigas canções de ninar, não mais utilizam a imaginação no fazer de conta de que uma frutinha transforma-se em um animal, por exemplo, num boi de mamão.

Sem sutilezas adotam os super-heróis japoneses – Jiraia ou He-Man - com a capacidade de transformarem-se em fera, ou ainda o Máscara que, de acordo com a teoria da Relatividade, existe no estado latente de matéria/energia, rompendo, portanto, os laços culturais e o senso de realidade objetiva.

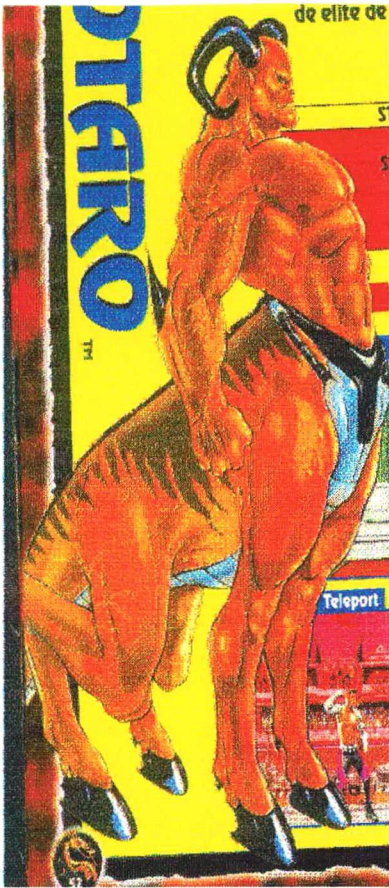


Ilustração 18. Herói ou bandido? O herói Motauro, do game proibido Mortal Kombat

De certa forma lamentamos a quase extinção da cultura lúdica brasileira em função da invasão tecnológica dos meios de comunicação. Assistimos, também, à consolidação de uma nova cultura lúdica que parece guardar semelhança com a raiz cultural greco-romana, superestrutura de nosso sistema cultural ocidental.

O grande avanço neste setor fica por conta do videogame e da imagem virtual⁵ e, evidentemente, do uso da TV, do computador e de toda a mídia eletrônica, que faz da criança e do adolescente não apenas consumidores da cultura lúdica, mas, pela interatividade que as interfaces permitem, co-produtores culturais. Nesta linha da interatividade, inúmeros programas são comercializados, desde os jogos que permitem vários finais, em função da decisão do jogador, até os livros em branco, que o jogador vai preenchendo conforme sua imaginação, construindo pouco a pouco uma história ilustrada, animada de movimento e sons.

Todavia, os pacotes prontos que compramos nas prateleiras das casas especializadas em computação nem sempre oferecem aquilo que prometem, no tocante ao aprendizado efetivo dos valores de nossa geração. Muitos destes jogos de entretenimento são verdadeiras armas contra a formação emocional, política e social das crianças. Geralmente criados sem uma preocupação antes estabelecida, que vise a padrões de educabilidade, não passam pelo crivo de especialistas em educação que orientem para objetivos educacionais de ponto de vista da formação do cidadão que, esperamos, possa contribuir socialmente para a comunidade.

As versões modernas dos jogos de caça e guerra de nossa infância trazem para os nossos lares, para o encantamento de nossas crianças, o retorno à barbárie: ganham-se pontos ao atropelar velhinhas e crianças até nas calçadas, ao roubar mais

veículos e conseguir safar-se da polícia. Vence aquele que acumular mais pontos cometendo infrações de trânsito nas grandes cidades como Nova York, Londres e Tóquio.

Dias; Aguerre, (1999) nos informam que cada vez mais sádicos, os jogos eletrônicos violentos fazem mal a crianças e adolescentes. *A Ciência adverte que eles banalizam a brutalidade, estimulam a indiferença pelos outros e viciam.* (p.28).

Após estudarem o conteúdo e a possibilidade do repasse automático de valores deturpados a crianças e adolescentes pelos jogos:

a) Postal, Papai Noel assassino. Game em que o jogador faz o papel de um assassino disfarçado de carteiro ou de Papai Noel. Vence o jogo quem consegue cometer o maior número de crimes planejados em lugares públicos, principalmente;

b) Mortal Kombat letal. Game de lutas marciais, onde na arena, um dos dois lutadores sempre morre sob o impacto de golpes cruéis;

c) Doom. Game projetado em três dimensões, simula a tomada de uma base espacial onde o jogador, sempre em ação, usa uma serra elétrica como arma, entre outras.

Alguns pesquisadores que estudam a violência transmitida pelos games, dentre eles Sissela Bok, professora de Filosofia da Universidade de Harvard (USA), afirmam que tais jogos:

- promovem a fadiga da compaixão – estado de espírito que torna possível testemunhar a brutalidade com distanciamento, sem envolvimento;
- promovem e aumentam a intolerância entre os jovens;
- estimulam a disposição para matar;
- predispõe à violência, principalmente crianças criadas em ambientes hostis;
- induzem à imitação e à formação de hábitos, influenciando a construção de valores perniciosos à sociedade.

⁵ Um estudo acerca desta nova cultura pode ser visto em Kline, Stephen. *Out of the garden – Toys and children's culture in the age of TV marketing.* Toronto: Garamond Press, 1993.

Setzer (apud, Dias; Aguerre, 1999), professor de ciências da computação da Universidade de São Paulo, emitiu o seguinte comentário: Em termos de comportamento, pode-se afirmar que os jogos eletrônicos têm como consequência a desumanização e a mecanização do ser humano. *O jogador é reduzido às reações típicas de animal reagindo a um estímulo exterior.*(p.34)

Isto porque os jogos eletrônicos são programados de forma a não permitir que o sujeito pense. Ele é retirado do mundo e inserido na atividade em função da rapidez das imagens e ações, que fazem com que o cérebro estimule a produção de adrenalina, impedindo o jogador de compreender a lógica do jogo, agindo portanto de forma automática, a partir dos reflexos.

Este cenário que estimula a violência "virtual" pode manter forte correlação com o crescimento da violência entre os jovens nos Estados Unidos, atirando contra colegas e professores de várias escolas. Tal violência também chegou ao Brasil, quando recentemente um jovem universitário⁶ atirou com metralhadora em várias pessoas num cinema de São Paulo.



Ilustração 19 . Propaganda eficiente dos produtores de games americanos para atrair a clientela de crianças e adolescentes(Rev. Época, 10/12/99)

Este fato desencadeou a ação das autoridades como nos dá conta, em violência proibida, D'amaro (1999), ao divulgar parte do texto da decisão judiciária exaurada pela juíza mineira Cláudia Resende Neves, para que a Justiça Federal mandasse proibir a venda em território nacional dos games de extrema violência⁷. Diz a juíza que tais jogos induzem: 'o prazer de matar, de causar sofrimento, de aniquilar completamente o mais fraco'.

⁶ O caso amplamente divulgado do assassinato de 3 três pessoas em um dos cinemas do MorumbiShopping/SP metralhadas pelo estudante Mateus Meira, inspirado no game Duke Nukem.

⁷ A lista publicada em Época, ano II, n.83, de 20/12/99, inclui: Mortal Kombat, Doom, Duke Nukem, Postal, Requiem e Blood.

Malgrado estas exceções e a ação ditada contra o princípio da livre expressão, temos que reconhecer que o jogo, se bem programado, segundo Antunes (1999, p.41) apresenta elementos que justificam a sua utilização como atividade de desenvolvimento do sujeito, ressaltando, dentre elas, a capacidade de se constituir em um fator de auto-estima do aluno, promovendo as condições psicológicas favoráveis e fundamentos técnicos para o início de sua formação.

Destes, forçoso destacar a capacidade do jogo em se constituir em um fator de auto-estima do aprendiz, pois os jogos considerados fáceis ou cujas soluções se colocam muito acima das expectativas da capacidade cognoscitiva do aluno causam desinteresse, fazendo com que o sujeito não sinta motivação ao jogar, porque o conteúdo (teórico/experimental) já é conhecido, levando a uma tarefa que não lhe é significativa, ou porque o conteúdo é bastante difícil e o sujeito, não possuindo conhecimentos prévios que possam servir de ancoradouro para as tentativas de ensaio e erro, tem a sensação de fracasso e de incompetência.

Com a maioria dos jogos, pela simulação e imitação, a criança aprende a agir como um ser social ao adquirir os princípios básicos da cooperação, da competição saudável com os pares e a se submeter, valorizando as regras da herança cultural acima dos interesses individuais, submetendo-se aos interesses suprapessoais, do grupo. Valores que, ao introjetar objetivos culturais, seguramente cumprem as suas finalidades sociais relevantes e nobres.

Terminadas estas considerações acerca do jogo, passaremos à segunda parte da presente tese, ocasião em que descreveremos a parte empírica do trabalho, contando com um jogo multimídia como instrumento de interação.

O jogo promove uma situação problemática envolvendo os conceitos físicos de espaço, tempo e velocidade que levam o sujeito a evidenciar atitudes e estratégias que manifestam o grau de organização da sua consciência face aos conceitos referidos.

PARTE II

CAPÍTULO I - VELOCIDADE, ESPAÇO E TEMPO: uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos sensoriais mediados pelo computador.

1 Introdução

Apresentamos agora a parte experimental do presente trabalho. Trataremos inicialmente de situar a pesquisa enquanto modelo de investigação e explicitar a metodologia, os instrumentos e a coleta de dados. Nesse sentido vale ressaltar os pressupostos do método vygotskiano de investigação e pesquisa.

Quando da institucionalização de seu método, Vygotski constatara que a psicologia utilizava em seus experimentos – alguns de grande valia, como os de Pavlov, por exemplo - a estrutura estímulo-resposta . Para ele, tal estrutura por certo não seria a mais adequada ao estudo da mente humana, dotada de funções psicológicas superiores como a atenção voluntária, a memória lógica e imaginação criativa, passíveis de influências do contexto histórico e transformador.

Embora reconhecendo a grande influência do biológico no comportamento do homem enquanto espécie, principalmente no comando do desenvolvimento do corpo e de seus mecanismos, a Teoria Histórico-Cultural adota a redução de determinantes biológicos que têm papel importante na constituição dos outros seres, uma vez que o homem não só se desenvolve, mas fundamentalmente se constrói.

Para essa teoria, o número de atividades humanas controladas biologicamente é muito reduzido em comparação com outros animais. Por exemplo, o que as pessoas podem comer é biologicamente determinado, mas o que, o quanto e como comer geralmente é uma questão de autodeterminação consciente. Esta sem dúvida é uma diferença significativa que distingue o domínio e a redução do biológico sobre o homem: o comportamento animal é principalmente (não inteiramente) uma reação imediata a estímulos, biologicamente determinada, enquanto o comportamento humano é uma reação construída. (Ratner, 1995, p.15).

Vygotsky e seus colaboradores expuseram a tese de que as funções psicológicas superiores não surgem como algo de fora para dentro, isto é, do meio

externo (natural, social) para dentro do indivíduo, nem tampouco representam um segundo nível maturacional das funções psicológicas inferiores. Ao contrário, surgem como resultado de um processo dialético com o mundo ao longo do desenvolvimento psicológico do sujeito, através de sua atividade prática e instrumental. Diferentemente das funções elementares, que têm origem biológica, as funções psicológicas superiores são de origem sócio-cultural.

Mantida apenas sob o domínio fenomênico, a investigação psicológica facilmente incorreria em graves erros de comparação, ferindo as bases do processo dinâmico-causal que busca a essência dos fenômenos. Vygotski assinala que: *toda a dificuldade da análise científica reside em que na essência dos objetos, sua autêntica e verdadeira correlação não coincide diretamente com a forma de suas manifestações externas pelas quais é preciso analisar os processos; é preciso descobrir por esse meio a verdadeira relação que subjaz em ditos processos por trás da forma exterior de suas manifestações.* (Vygotsky, 1995, p.104).

Baseada na fenomenologia que iguala o homem a um animal qualquer, a metodologia anteriormente utilizada, portanto, não poderia dar bons resultados, pois: *Na melhor das hipóteses, ela pode somente nos ajudar a registrar a existência de formas subordinadas, inferiores, as quais não contêm a essência das formas superiores. Usando os métodos correntes, só podemos determinar variações quantitativas na complexidade dos estímulos e nas respostas de diferentes animais e seres humanos em diversos estágios de desenvolvimento.* (Vygotsky, 1995, p.69).

Em função das profundas diferenças entre o comportamento humano e o dos animais, adotando a premissa de que o entendimento do comportamento psicológico do homem somente poderia ser alcançado a partir dos fatos históricos, Vygotsky buscou uma saída na abordagem do materialismo histórico, tendo em vista o posicionamento de Engels. Segundo este pensador, a abordagem dialética, admitindo a influência da natureza sobre o humano, o homem, por sua vez, age sobre a natureza, criando, através das mudanças provocadas por ele, novas condições objetivas para a sua existência. (Vygotsky, 1991, p.69-70).

A posição de Vygotski frente à escolha de um referencial para o seu programa de pesquisa enfatizou o novo método de investigação psicológica que propunha: se os processos psicológicos superiores surgem e se transformam durante o

aprendizado e o desenvolvimento, a psicologia só poderá compreendê-los determinando a sua origem e mapeando a sua história. (Vygotsky, 1991, p.13).

Assim, o pesquisador inaugura uma nova via investigativa em que para a compreensão do fenômeno é preciso romper com o imobilismo, a foto instantânea, a observação distante, propondo, ao invés, verificar o fenômeno em seu curso, no momento em que as transformações ocorrem, ao sabor do tempo e da história. Um experimento adequado, para ele, seria portanto aquele em que o experimentador se colocasse à mostra no curso real do desenvolvimento.

Este método passou a ser conhecido como *método da dupla estimulação*, visando ao estudo da gênese social da consciência e das funções psicológicas superiores - a gênese-processo de construção dos fenômenos psicológicos ao longo do desenvolvimento humano, possibilitando o uso dos *mediadores instrumentais e sociais* ao longo da *atividade*.

Vygotski e seus colaboradores romperam, portanto, com o *locus* até então considerado apropriado para a experimentação psicológica – o laboratório – e passaram a investigar atividades humanas – o trabalho, a aprendizagem e o jogo –, a partir de três teses basilares. Suas teses podem ser assim sintetizadas:

1. focalizar processos e não objetos, uma vez que as funções psicológicas superiores devem ser analisadas no processo do seu desenvolvimento e não apenas como resultado da atuação independente do sujeito;
2. privilegiar a explicação e não a descrição. Deve-se investir na busca de explicação das formas superiores do comportamento humano e não apenas na sua descrição, pois na realidade não revelam as reais relações dinâmico-causais subjacentes ao processo investigado, ficando, portanto, aquém das características perceptíveis ao observador;
3. voltar a atenção aos comportamentos fossilizados, aqueles que se tornaram automáticos pelo uso ao longo tempo e que dificultam a visão da realidade por eles obscurecida. Ao pesquisador cabe, através de experimentos, modificar o caráter automático, mecânico, das formas superiores de comportamento, retrocedendo à sua origem, em conformidade com Vigotsky (1995, p.100-5).

Sob as luzes fornecidas pelo método investigativo da THC, trilhamos os passos da atual pesquisa, preferindo buscar no processo das mediações entre sujeitos e o computador a gênese das estratégias utilizadas pelos sujeitos face ao desafio do jogo da distância, ao relacionar os estímulos sensoriais com os conceitos físicos de Espaço, Tempo e Velocidade.

2 Material e Método

Amostra

A amostra contou com cento e quarenta (140) crianças e adolescentes de primeira a oitava séries de duas (2) escolas da cidade de Florianópolis/SC, setenta e duas (72) do sexo masculino e sessenta e oito (68) do sexo feminino, escolhidas aleatoriamente dentro de cada série escolar por compatibilidade de idade, dentre aqueles que possuíam habilidades com o uso e manuseio do computador, sem ter recebido instrução formal sobre o conteúdo; foram escolhidos ainda 14 adultos, de ambos os sexos, como grupo de controle, formado por alunos dos cursos de Pedagogia e da Licenciatura Plena em Física da UFSC, conforme pode-se ver abaixo.

Tabela 6. Distribuição da amostra segundo a idade, série e sexo.

| Idade (a) | Série | Sexo Masculino | Sexo Feminino | Total |
|----------------|----------------|----------------|---------------|------------|
| 7 | 1 ^a | 6 | 7 | 13 |
| 8 | 2 ^a | 12 | 7 | 19 |
| 9 | 3 ^a | 6 | 7 | 13 |
| 10 | 4 ^a | 12 | 6 | 18 |
| 11 | 5 ^a | 11 | 8 | 19 |
| 12 | 6 ^a | 9 | 13 | 22 |
| 13 | 7 ^a | 8 | 11 | 19 |
| 14 | 8 ^a | 8 | 9 | 17 |
| | | 72 | 68 | 140 |
| Adultos | - | 7 | 7 | 14 |
| Totais | | 79 | 75 | 154 |

Material

O experimento contou na sua parte experimental com:

- 01 sala ambiente
- 08 (oito) computadores Pentium II
- 08 equipamentos multimídia
- 08 fones de ouvido
- Programa computacional na modalidade de game, construído especialmente para este fim - o *jogo da distância*.
- Desenho e procedimentos.

O experimento caracteriza-se como transversal, sendo os sujeitos avaliados individualmente, em uma única sessão, na presença do pesquisador e de um assistente, em ambiente com computador multimídia e fones de ouvido. Antes da aplicação da tarefa experimental, explicações detalhadas do funcionamento do instrumento de coleta de dados eram fornecidas pelo pesquisador, oportunidade em que as dúvidas acerca do mesmo e do papel de cada sujeito eram sanadas. Durante esta oportunidade, questionamentos acerca do entendimento sobre a gradação da velocidade do homem a pé, de bicicleta e de carro eram feitos buscando verificar o entendimento da amostra acerca do escalonamento gradativo e diferencial entre elas.

Após ligar o computador e regulados os fones de ouvido, o sujeito rodava o *software O jogo da distância*, criado especificamente para esta pesquisa. Os dados complementares como nome, idade, sexo, série e tipo de escola eram colhidos no próprio teste no momento do cadastro e identificação do sujeito, parte introdutória do programa utilizado como instrumento de coleta de dados.

Durante a atividade ou ao final da mesma, o pesquisador inquiria o sujeito à medida que achasse necessários alguns esclarecimentos para as ações realizadas. Estas pequenas entrevistas, adotando-se como modelo o método clínico, foram gravadas e, posteriormente, transcritas em parte, no que se refere à elucidação de procedimentos e conclusões pertinentes a este trabalho.

Descrição do Software de Coleta de Dados.

O software utilizado é uma modalidade de *game* interativo que simula uma corrida nos estilos a pé, ciclismo e automobilismo em uma pista oval de 300 metros. Utiliza o teclado e o *mouse* como forma de entrada de informações/ferramentas de diálogo com o usuário. Emprega o estímulo sonoro como fonte básica, armazenando as informações discretas e as processando para oferecer como saída de dados, tabelas e gráficos.

O sistema

O Sistema foi desenvolvido através do software de autoria *Authorware*, versão 4.0 em inglês, da Macromedia. O mesmo trabalha com a metodologia de linguagem orientada para objetos, semelhante a um fluxograma, o que permite a apresentação de telas com imagens, textos, sons e animações. Possibilita ainda a criação de interatividade entre o usuário e os elementos dispostos na tela do computador a partir de mostradores e janelas interativas, possuindo a utilização de linha de tempo, desvios e menus customizados. Para a criação e edição de imagens no sistema foi utilizado o *Photoshop*, versão 5.0 em inglês, da Adobe.

Implementação

Foram utilizados alguns métodos de implementação randômicos para evitar que as questões apresentadas ao usuário tivessem uma resposta mecanizada, memorizada a partir de experiências (tentativas) anteriores. O sistema grava em uma planilha Excel as informações sobre a performance do(s) usuário(s) que interagiram com ele para permitir uma análise de resultados *a posteriori*.

Interface

O programa possui interface intuitiva, com botões e menus visuais, sinais sonoros indicando acerto e erro ou sinais referentes a algum tipo de ação. O sistema utilizou algumas funções externas ao programa, chamadas *Xtras*, para permitir a chamada de outros programas, necessários em situações de gravação de tela e demais

situações emergenciais, como a criação de caixas de diálogo, gravação em arquivo e impressão de documentos via impressora.

Requisitos Técnicos

a) Requisitos de Hardware:

Configuração mínima:

- Computador 486 DX2-100 MHz
- 8 Mb de RAM
- Monitor com resolução 800 x 600 em HiColor (16 bits de cores)
- 20 Mb livres no disco rígido
- Kit multimídia com CD-ROM de 4 velocidades
- Impressora

Configuração recomendada:

- Computador Pentium 133 MHz
- 16 Mb de RAM
- Monitor com resolução de 800x600 em HiColor (16 bits cores)
- 40 Mb livres no disco rígido
- Kit multimídia com CD-ROM de 12 velocidades
- Fones de ouvido
- Impressora Color

b) Requisitos de Software:

Windows 95

Microsoft PowerPoint

O teste

A atividade proposta, na modalidade de jogo – o *jogo da distância* -, tem como objetivo interpretar a organização da consciência do sujeito em função dos conceitos cotidianos de velocidade, espaço e tempo. O computador, atuando como mediador instrumental entre os sentidos (audição, propriocepção, visão) e a mente

(funções superiores), recebendo e armazenado os dados a partir da heurística do sujeito (espaços percorridos), fornece ao final do teste a saída destes, para o pesquisador e usuário, numa versão de conceitos científicos — tabelas e gráficos.

O game apresenta inicialmente uma tela de abertura situando a atividade proposta e em seguida a tela de cadastro. Nela o jogador digitará o nome, a idade, o sexo, a série escolar e a dependência administrativa da sua escola, o conjunto de variáveis independentes que mais tarde será utilizado para a análise estatística.

A terceira tela é a tela onde está situada a pista de corrida e os ícones das modalidades de corrida. Após escolhida a modalidade, soarão os toques intermitentes da sirene, nas modalidades randômicas de tempo curto (2 s), tempo médio (5 s) e tempo longo (8 s), após cada um o sujeito marcará com o mouse a distancia percorrida. Após cada toque, abre-se uma tela onde a pista está com marcadores de 30 em 30 metros, o marcador e mostradores onde é possível verificar o valor real (exato) da estimativa de distância percorrida, permitindo o ajuste e escolha consciente dos valores.

A última tela apresenta os resultados – tabela e gráfico para cada sujeito com a opção sair ou continuar. Os valores ficam gravados em uma planilha (Excell) solidária ao game, onde estão além das variáveis os dados relativos à corrida que serve de base para a análise estatística.

O jogo de forma completa encontra-se no Cd-Rom que acompanha a tese.

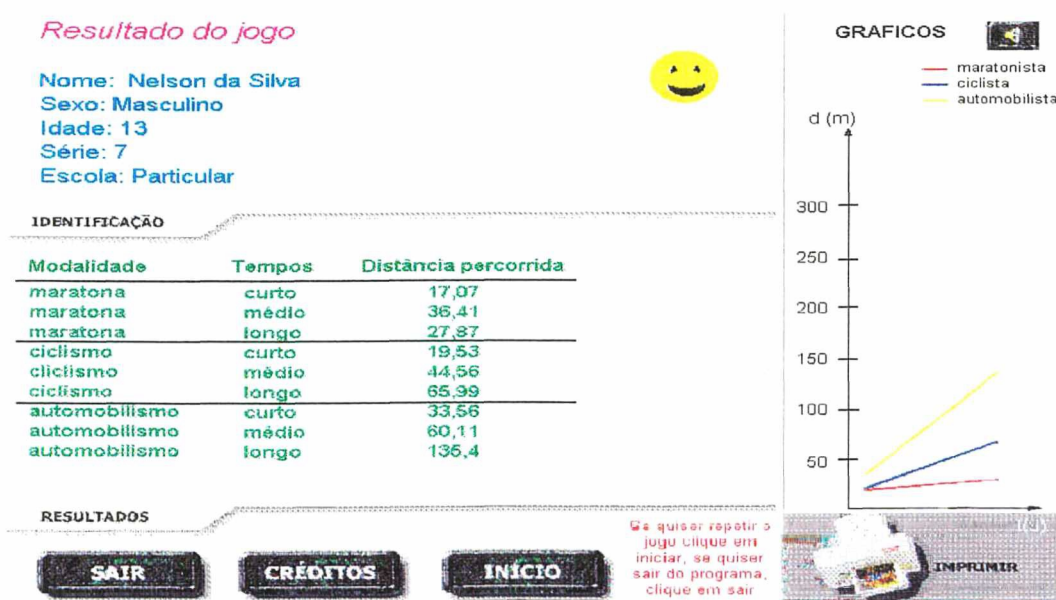


Ilustração 20. Tela de resultados da participação de um jogador. Apresenta os dados colhidos em tabela e gráfico para análise e função diagnóstica.

O problema era assim enunciado aos sujeitos:

Você participará de uma corrida simulada, em uma pista oval de 300 metros, correndo nas modalidades a pé, ciclismo e automobilismo. Após escolher a modalidade ouvirá o toque intermitente de uma sirene. Findo este, moverá o marcador pela pista até onde você acredita que iria se corresse na modalidade escolhida, durante a duração do som da sirene. Ok?

CAPÍTULO II - ANÁLISE DE RESULTADOS

Após apurados, os dados foram submetidos à análise estatística e descritiva. No tocante à análise estatística, adotamos o seguinte procedimento. Com os dados individuais constituiu-se uma tabela (data fail) utilizando-se a planilha Microsoft Excel, relacionando as seguintes variáveis e intervalos:

- Idade, variando de 7 a 14 anos para a mostra de escolares e 18 anos para adultos;
- Série escolar, compreendendo o seguinte conjunto (1^a, 2^a, 3^a, 4^a, 5^a, 6^a, 7^a, 8^a e 9^a, esta última representando a amostra do grupo de controle);
- Sexo, adotando 1 para masculino e 2 para feminino;
- Distância estimada na modalidade a pé: Dcpe, Dmpe, Dlpe, para o tempo curto (2 s), tempo médio (5 s) e tempo longo (8 s);
- Distância estimada na modalidade de ciclismo: Dcbi, Dmbi, Dlbi, para o tempo curto (2 s), médio (5 s) e longo (8 s);
- Distância estimada na modalidade de automobilismo: Dcca, Dmca, Dlca, para o tempos curto (2 s), médio (5 s) e longo (8 s).

Em busca de medidas estatisticamente mais significativas que as médias para as estimativas de distância percorrida, optou-se pela linearização das curvas obtidas por cada sujeito, a partir da plotagem dos gráficos individuais. Esta opção metodológica foi escolhida a partir do modelo matemático que demonstra o entendimento do sujeito quanto à gradação das velocidades e à integração das variáveis (Wilkening, 1982; Frota, 1998), isto é, o claro entendimento de que fisicamente, no problema apresentado, o homem a pé andarà uma distância menor quando o tempo for menor, uma distância média quando o tempo for médio e uma distância longa quando o tempo for longo, demonstrando uma linearidade entre o tempo e o espaço. Este raciocínio foi aplicado a todas as outras modalidades, quais sejam, de bicicleta e de carro.

Vale ainda ressaltar que a condição imposta anteriormente se mantém para a comparação das velocidades a pé, de bicicleta e de carro, numa gradação que pode ser assim expressa: $V_{pé} < V_{bicicleta} < V_{carro}$ para qualquer que seja o tempo analisado. Hipóteses espúrias sobre prováveis transgressões desta ordem de velocidades certamente ocorreram explícita ou implicitamente, do tipo: e se o corredor é um campeão e o ciclista um mero iniciante? Será mesmo o carro sempre mais veloz que a bicicleta? Quando detectadas, tais insinuações foram descartadas frente à evidência simbólica das possibilidades físicas dos três movimentos que não admite questionamento elementar.

Não raro, formulações *ad-hoc* aconteceram, com maior frequência, entre grupos de adultos, licenciandos, particularmente os da área em foco, a Física; os dados obtidos nestes testes serviram muito mais para crítica, reformulações e validação do *software* e não fazem parte da discussão objetiva desta tese. Mas permanece para nós a questão: Por que muitos sujeitos, treinados à exaustão e já maduros para o enfrentamento de tarefas, questões, problemas da escola, não se colocam de imediato em *prontidão*, face a um desafio que lhes é posto? Terá a educação formal inibido aquela atitude do tipo “abrir o peito e chamar o desafio”, tão típica de adolescentes e mesmo crianças?

Voltando aos sujeitos identificados nesta nossa investigação, verificarmos seus desempenhos, tendo sido calculado pelo programa, para cada indivíduo, a *inclinação* da reta de regressão do *espaço-distância* versus *tempo* para as modalidades a pé, de bicicleta e de carro, utilizando-se o *método dos mínimos quadrados* com quatro pontos: as três posições nos instantes 2s, 5s, 8s e o ponto (0,0), criando-se as novas variáveis Bpe, Bbi e Bca, comprometidas com as declividades.

A seguir foi criada uma nova variável — Velcor — variável dependente, que assume o valor unitário (1) se as declividades preenchessem a condição: $B_{pe} < B_{bi} < B_{ca}$ e, em qualquer outra possibilidade, assume o valor zero (0). Assim, foram sintetizadas em Velcor as nove variáveis (espaços em tempos e modalidades diversas). Esta nova variável — variável dependente — deve ser explicada pelo conjunto de variáveis independentes, Sexo, Idade, Série escolar e tipo de Escola.

Verifica-se pela tabela abaixo que a partir da faixa etária de 11 anos as médias que representam os valores das inclinações para as velocidades do homem a

pé, de bicicleta e de carro apresentam, se grafadas, uma abertura em leque, num crescente de aberturas (11,77; 17,68; 22,62), indicando que, a partir desta idade, existem fortes indicadores de que os sujeitos não só distinguem as velocidades (homem a pé, de bicicleta e de carro) que associam a cada móvel, mas também entendem que entre elas existe um fator de multiplicação que as faz manter uma ordem sempre crescente, de acordo com o crescimento da variável tempo, $T_c < T_m < T_l$, o que implica o escalonamento de $V_{pe} < V_{bi} < V_{ca}$.

Tabela 7. Média e Desvio Padrão das Declividades e Velcor para a amostra.

| Idade | Média Bpe | Sd da média Bpe | Média Bbi | Sd da média Bbi | Média Bca | Sd da média Bca | Média de Velcor | Número de sujeitos: 140 |
|-------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 7 | 29.42 | 2.10 | 26.51 | 2.18 | 24.61 | 2.77 | .08 | 13 |
| 8 | 17.98 | 2.72 | 17.61 | 1.96 | 23.28 | 1.85 | .37 | 19 |
| 9 | 27.92 | 2.58 | 28.38 | 1.95 | 30.22 | 1.52 | .31 | 13 |
| 10 | 17.29 | 2.47 | 21.55 | 2.15 | 18.22 | 2.69 | .50 | 18 |
| 11 | 11.77 | 1.89 | 17.68 | 2.82 | 22.62 | 2.03 | .63 | 19 |
| 12 | 12.73 | 1.65 | 17.99 | 1.84 | 28.30 | 1.68 | .82 | 22 |
| 13 | 17.61 | 2.36 | 22.57 | 2.11 | 26.89 | 1.96 | .68 | 19 |
| 14 | 14.81 | 2.76 | 19.63 | 2.49 | 23.14 | 2.47 | .59 | 17 |

Uma das técnicas estatísticas adequada para se estudar a relação entre variável binomial (dependente) e as diversas co-variáveis (independentes) numéricas e/ou categóricas é a Regressão Logística. Esta técnica permite quantificar o poder explicativo que o conjunto de variáveis independentes, cada uma individualmente (*ceteris paribus*), exerce sobre a variável dependente, no caso Velcor.

Antecedendo a Regressão Logística, apresenta-se um conjunto de resultados referentes à Contingência (Crosstabs) ou pertinência da utilização das variáveis independentes na análise da Regressão Logística. Este procedimento permite verificar se estas variáveis são ou não significativas e, portanto, pertinentes à explicação da variável Velcor; ele fornece dados que permitem explicitar a relação que Velcor possui com cada uma das variáveis Idade, Sexo, Escola e Série escolar.

Verifica-se que os sujeitos da primeira faixa etária (sete anos) obtêm o desempenho mais baixo (percentual de 8,0 %) para a variável Velcor, considerada em

conformidade com o desenho escolhido, ou seja, demonstram não terem atingido o devido escalonamento entre as velocidades ($V_{pe} < V_{bi} < V_{ca}$), como era esperado. Isto nos leva a afirmar que estes sujeitos não coordenam as variáveis velocidade, espaço e tempo.

Verifica-se também que o melhor desempenho na gradação das velocidades e conseqüentemente na coordenação das variáveis em questão situa-se na faixa etária de 12 anos, com um percentual de escolha de 82,0% de Velcor 1.

Tomados os resultados das estimativas das distâncias pelo conjunto de sujeitos de cada série/idade, apresentam-se alguns gráficos que permitem verificar o desempenho de cada série escolar no que tange à integração das variáveis espaço, tempo e velocidade.

Tabela 8. Contingência (Crosstab) de pertinência da variável Idade para a explicação de Velcor.

| IDADE | Número/% | VELCOR | | TOTAL |
|--------------|-----------------|--------|-------|--------|
| | | 0,0 | 1,0 | |
| 7 | Count | 12 | 1 | 13 |
| | % within idade | 92,3 % | 7,7% | 100,0% |
| 8 | Count | 12 | 7 | 19 |
| | % within idade | 63,2% | 36,8% | 100,0% |
| 9 | Count | 9 | 4 | 13 |
| | % within idade | 69,2% | 30,8% | 100,0% |
| 10 | Count | 9 | 9 | 18 |
| | % within idade | 50,0% | 50,0% | 100,0% |
| 11 | Count | 7 | 12 | 19 |
| | % within idade | 36,8% | 63,2% | 100,0% |
| 12 | Count | 4 | 18 | 22 |
| | % within idade | 18,2% | 81,8% | 100,0% |
| 13 | Count | 6 | 13 | 19 |
| | % within idade | 31,6% | 68,4% | 100,0% |
| 14 | Count | 7 | 10 | 17 |
| | % within idade | 41,2% | 58,8% | 100,0% |
| Total | Count | 66 | 74 | 140 |
| | % within IDADEC | 47,2% | 52,8% | 100,0% |

Contingency Coefficient : .377 *Approx. Sig.: .001*

Verificou-se nos quatro primeiros gráficos, correspondentes às quatro séries iniciais, que não existe uma tendência preferencial marcante, que possibilite uma descrição clara do pensamento dos sujeitos em relação à integração das variáveis em apreço (espaço, tempo e velocidade), por isso mesmo deixamos de apresentá-los aqui. Embora a maioria dos sujeitos perceba e entenda os conceitos individualmente, pois as curvas que representam as velocidades geralmente são distinguíveis, este fato não assegurou o desempenho significativo dos sujeitos em função da integração esperada.

Pode-se inferir que de certa forma a amostra não esteve com a atenção voltada para o estímulo sonoro, o que pode ter causado dificuldades de avaliação do tempo enquanto duração e, conseqüentemente, da distância, na concepção do estudo, apontando algumas vezes $V_p > V_{bi} > V_{car}$.

A partir da 5ª série todavia, temos representações distintas para cada modalidade de velocidade em relação aos tempos crescentes. Verifica-se, em comparação com as representações anteriores, que se firma uma tendência de distinção, embora as curvas possuam quase que os mesmos valores tangenciais.

Gráficos Espaço, Tempo, Velocidade, por Série Escolar – Amostra Total

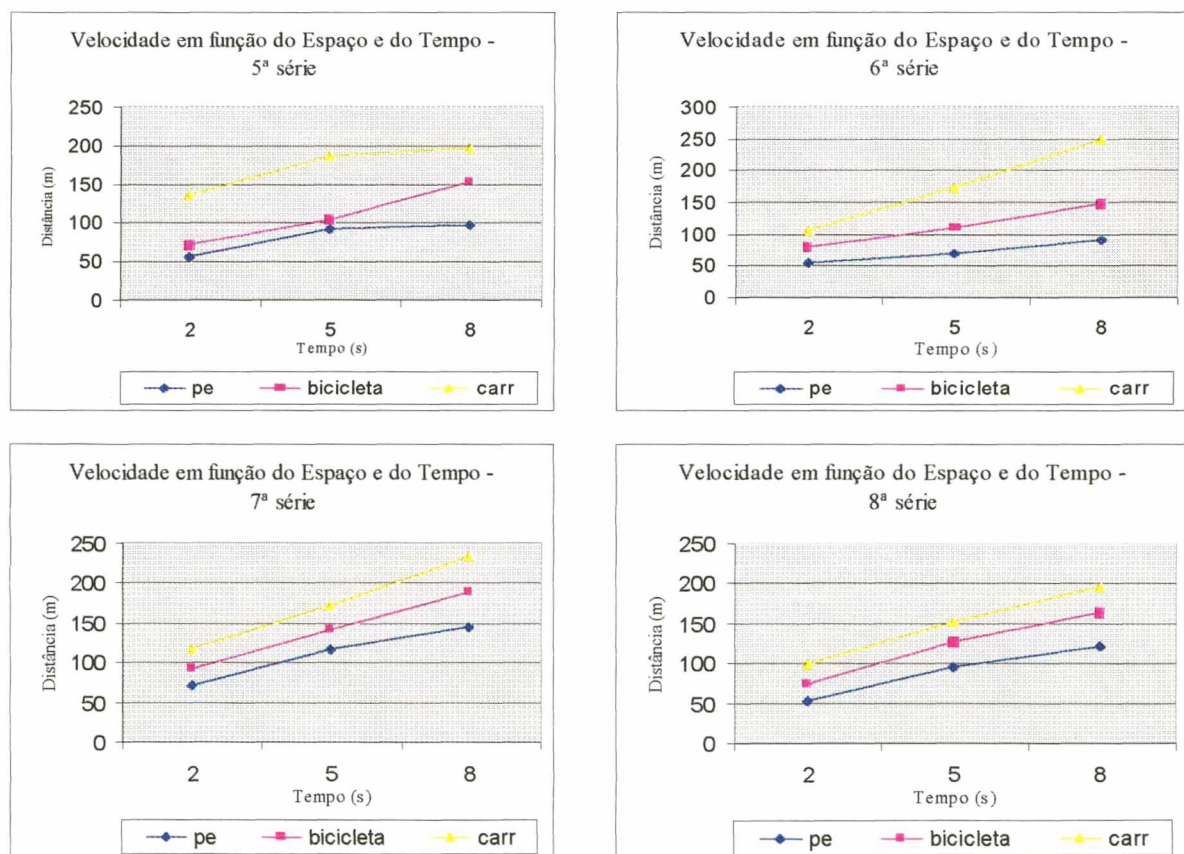


Ilustração 21. Melhores desempenhos médios (gráficos) por série escolar.

Estatisticamente e qualitativamente, o gráfico da sexta série representa o melhor resultado a que chegou a amostra, da integração das variáveis espaço, tempo e velocidade. Observa-se que para qualquer tempo, relativamente ao maratonista, temos espaços percorridos crescentes, o que nos permite afirmar que o homem percorre proporcionalmente mais espaços à medida que o tempo passa. Isto se confirma para todas as modalidades de corrida, porém fica evidente que a velocidade, e conseqüentemente o espaço, é sempre crescente à medida que o tempo também cresce. Destaca-se que é o distanciamento médio das aberturas entre as velocidades que demonstra a integração, o que se percebe pela abertura em leque que possui o gráfico acima, efeito nítido da presença de um multiplicador que distingue entre si as velocidades.

O gráfico da sétima série confirma a tendência anterior. Sacramenta os resultados obtidos pela Sexta série e vem de encontro à tese do Motivo da Atividade que levantamos anteriormente. Ao invés de aprimorarem-se os resultados, parece haver um decréscimo, reflexo do desinteresse pela tarefa, o que pode ser visto nitidamente no último gráfico, referente à oitava série.

A linearidade dos gráficos é imposta pelo processo de análise, incorporando a idealização em favor do Movimento Retilíneo Uniforme - MRU. Esse procedimento é válido e universal no tratamento de dados em Física, socialmente (média de velocidade de veículos em viagem, por exemplo) e no esporte: calcula-se sempre a velocidade média nas distâncias estabelecidas (corrida de 100m, natação em piscina com 50m...). Evidentemente, para que velocidade de qualquer móvel sofra variação, a grandeza *aceleração* está presente; porém, para uma grande variedade de problemas e análises, não a consideramos, em favor de velocidades médias, supostamente constantes, com efeitos físicos equivalentes. Tomar as expressões gráficas como fiéis, legítimas e verdadeiras das tarefas dos estudantes seria tão verossímil como acreditarmos na “felicidade familiar ilustrada pelos comerciais de margarina”.

Para se ter uma idéia do que efetivamente os alunos medem, tomemos um exemplo considerado relativamente exitoso - 8^a. Série.

Tabela 9. Velocidade média calculada para a 8ª série.

| Modalidade | Tempos | Velocidade média (m/s) |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| A Pé | Curto (0 – 2,0 s) | 25 |
| | Médio (2,0 – 5,0 s) | 13 |
| | Longo (5,0 – 8,0 s) | 7 |
| De Bicicleta | Curto (0 – 2,0 s) | 40 |
| | Médio (2,0 – 5,0 s) | 17 |
| | Longo (5,0 – 8,0 s) | 10 |
| De Carro | Curto (0 – 2,0 s) | 50 |
| | Médio (2,0 – 5,0 s) | 17 |
| | Longo (5,0 – 8,0 s) | 17 |

Portanto, para a turma - o que implica em mais um agrupamento em favor das médias estatísticas - a velocidade se manteve constante apenas para o carro, e mesmo assim, nos últimos dois intervalos. Pode-se especular que os estudantes, ainda sem dominar os modelos ideais da Cinemática, consideraram um esforço imenso - impossível de ser alcançado por qualquer atleta campeão ou velocista - o “arranque”, com decréscimo alto de velocidade nos intervalos posteriores, o que é razoável, dado o desgaste físico nos casos de tração humana, o que de certa forma também é válido para a bicicleta.

Para o carro, o movimento descrito pode ser interpretado como análogo aos anteriores; neste caso a velocidade caiu muito a partir do segundo intervalo (cansaço do piloto? pane do motor?) para se manter constante. Impossível sabermos...

Com respeito à Idade, pode-se verificar que ela representa uma variável que tem certo poder explicativo sobre Velcor, visto que para um grau de significância de 0.001 obteve-se um Coeficiente de Contingência de 0,377 que nos dá a medida da relação entre as duas variáveis, Idade e Velcor.

A seguir verifica-se a pertinência da análise da variável Tipo de Escola para a explicação de Velcor.

Tabela 10. Contingência (Crosstab) para o Tipo de Escola e Velcor.

| ESCOLA | Número / % | VELCOR | | TOTAL |
|-------------------------------|-----------------|--------------------|-------|--------|
| | | 0,0 | 1,0 | |
| 1 (Pública) | Count | 31 | 26 | 57 |
| | % within Escola | 54,3% | 45,6% | 100,0% |
| 2 (Particular) | Count | 35 | 48 | 83 |
| | % within Escola | 42,1% | 57,8% | 100,0% |
| Total | Count | 66 | 74 | 140 |
| | % within Escola | 47,1% | 52,8% | 100,0% |
| Contingency Coefficient: .122 | | Approx. Sig.: .127 | | |

Observa-se que a escola também tem algum poder explicativo sobre Velcor. Verifica-se que os sujeitos da Escola 2 demonstram uma razoável supremacia na concepção do entendimento da velocidade em função do espaço e do tempo, obtendo um valor percentual de 58,0 de Velcor 1. Isto quer dizer que, em geral, os alunos da Escola 2 compreendem e diferenciam melhor as velocidades e suas gradações em função do tempo, assegurando portanto maior incidência de declividades das retas de regressão em conformidade com o modelo adotado em detrimento do desempenho dos sujeitos alunos da Escola 1 (46,0 %). Este resultado todavia não tem validade absoluta uma vez que a amostra aqui não foi pareada, havendo desde o início uma supremacia dos sujeitos pertencentes à escola particular.

O exame da pertinência da variável Sexo em função do seu poder de explicação de Velcor pode ser sintetizado na Tabela a seguir.

Verifica-se que os desempenhos em função do sexo não apresentam diferenças significativas que possam ser consideradas intervenientes na descrição de Velcor, observando-se que ambos os sexos fizeram alto percentual de escolhas corretas, ficando portanto o sexo masculino com um percentual de 59,0% de Velcor 1 contra um percentual de 57,0% para o sexo feminino, o que pode ser compreendido como um empate técnico estatisticamente.

Tabela 11. Contingência (Crosstab) para Sexo e Velcor.

| SEXO | | VELCOR | | TOTAL |
|------|-----------------|--------|-------|--------|
| | | 0,0 | 1,0 | |
| 1 | Count | 20 | 26 | 46 |
| | % within Sexo | 43,5% | 56,5% | 100,0% |
| | % within Velcor | 52,6% | 50,0% | 51,1% |
| 2 | Count | 18 | 26 | 44 |
| | % within Sexo | 40,9% | 59,1% | 100,0% |
| | % within Velcor | 47,4% | 50,0% | 48,9% |

A análise de pertinência explicativa de Velcor pela variável Série Escolar pode ser vista sumarizada na tabela seguinte.

Verifica-se inicialmente a pertinência da análise da variável Série Escolar para a explicação de Velcor a partir do grau e contingência estatística alcançados: 0.364 para um grau de significância de 0.001. Pode-se notar que é na Série Escolar que se concentra a maior incidência de Velcor 1 (82,0%), o que nos leva a afirmar que os sujeitos percebem e entendem as gradações das velocidades em conformidade com o modelo adotado. Pode-se afirmar ainda, em função destes valores, que a variável Série Escolar possui poder quase tanto quanto a variável Idade para a explicação de Velcor.

Em função destas constatações, podemos afirmar que as variáveis Idade e Série apresentam forte relação entre si, pois partimos do princípio de que a amostra deveria guardar fortemente a relação idade/série escolar, não admitindo-se defasagem entre elas.

Já que ambas as variáveis influenciam da mesma maneira a variável independente, apenas uma deverá ser utilizada no processo de Regressão Logística. A escolha recaiu sobre a variável Idade, após compararem-se os Coeficientes de Contingência de ambas com relação a Velcor, expostos nas tabelas anteriores, respectivamente 0.364 e 0.377 para significância estipulada em 0.001, além do que, pesa sobre a idade cronológica todo o acúmulo de conhecimentos que dizem respeito à maturação (desenvolvimento) biológica.

Tabela 12. Contingência (Crosstab) para Série e Velcor.

| SÉRIE | Número / % | VELCOR | | TOTAL |
|--------------------------------|----------------|--------------------|-------|--------|
| | | 0,0 | 1,0 | |
| 1 | Count | 12 | 1 | 13 |
| | % within Série | 92,3 % | 7,7% | 100,0% |
| 2 | Count | 12 | 7 | 19 |
| | % within Série | 63,1% | 36,9% | 100,0% |
| 3 | Count | 9 | 4 | 13 |
| | % within Série | 69,2% | 30,8% | 100,0% |
| 4 | Count | 9 | 9 | 18 |
| | % within Série | 50,0% | 50,0% | 100,0% |
| 5 | Count | 7 | 12 | 19 |
| | % within Série | 36,8% | 63,2% | 100,0% |
| 6 | Count | 4 | 18 | 22 |
| | % within Série | 18,1% | 81,8% | 100,0% |
| 7 | Count | 7 | 12 | 19 |
| | % within Série | 36,9 | 63,1% | 100,0% |
| 8 | Count | 7 | 10 | 17 |
| | % within Série | 41,2% | 58,8% | 100,0% |
| Total | Count | 67 | 73 | 140 |
| | % within Série | 47,8% | 52,2% | 100,0% |
| Contingency Coefficient : .364 | | Approx. Sig.: .001 | | |

A Regressão Logística é uma técnica multivariada para estimar diretamente a possibilidade de ocorrência ou não de uma certo evento, ou seja, ela tem como objetivo determinar se um conjunto de variáveis independentes possui poder explicativo sobre um certo evento.

A Regressão Logística foi iniciada com as variáveis Escola, Idade e Série, lembrando que a variável *Idadec* assumia oito (8) categorias, inclusive a de controle, codificadas em oito (8) variáveis *dummy*. Este procedimento oferece a estatística descrita a seguir.

É interessante notar que não existe uma variável *dummy* para cada idade real. No caso destas variáveis, com n categorias, $n-1$ variáveis binomiais são suficientes para reproduzi-la. Vale salientar que os Coeficientes **B** que aparecem na Regressão Logística associados a cada *dummy* expressam o contraste de cada categoria de referência. No presente caso, esta categoria de referência é a de sete anos, que não aparece, portanto, na tabela abaixo. Todavia, percebe-se, no cruzamento das células, o valor e a primazia do pensamento dos sujeitos correspondentes à idade de 12 anos.

Tabela 13. Idadec/Variáveis Dummy.

| Parameter | | | | | | | | | |
|---------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Value | Freq. | Coding | | | | | | | |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| IDADEC | | | | | | | | | |
| 7 | 13 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 8 | 19 | 1,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 9 | 13 | ,000 | 1,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 10 | 18 | ,000 | ,000 | 1,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 11 | 19 | ,000 | ,000 | ,000 | 1,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 12 | 22 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | 1,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 13 | 19 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | 1,000 | ,000 | ,000 |
| 14 | 17 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | 1,000 | ,000 |
| (controle) | 14 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | 1.000 |

O Método utilizado foi o *Backward – LR*, que iniciou com todas as três variáveis, eliminando inicialmente a variável Sexo pois ela não acrescentava poder explicativo ao conjunto.

Verifica-se a partir da equação de Regressão Logística abaixo o poder explicativo das variáveis Escola e Idade sobre Velcor.

Tabela 14. Análise da Regressão Logística para a amostra.

| Variable | B | S.E. | Wald | df | Sig | R | Exp(B) |
|----------------|---------|--------|---------|----|--------|-------|---------|
| Escola | ,6832 | ,3869 | 3,1187 | 1 | ,0774 | ,0725 | 1,9802 |
| Idadec | | | 20,4290 | 8 | ,0088 | ,1442 | |
| Idadec1 (8 a) | 1,8631 | 1,1509 | 2,6207 | 1 | ,1055 | ,0540 | 6,4439 |
| Idadec2 (9 a) | 1,6477 | 1,2091 | 1,8572 | 1 | ,1730 | ,0000 | 5,1952 |
| Idadec3 (10 a) | 2,5076 | 1,1500 | 4,7548 | 1 | ,0292 | ,1137 | 12,2758 |
| Idadec4 (11 a) | 3,0803 | 1,1529 | 7,1390 | 1 | ,0075 | ,1553 | 21,7650 |
| Idadec5 (12 a) | 4,0488 | 1,1873 | 11,6293 | 1 | ,0006 | ,2126 | 57,3259 |
| Idadec6 (13 a) | 3,2100 | 1,1584 | 7,6790 | 1 | ,0056 | ,1633 | 24,7792 |
| Idadec7 (14 a) | 2,8130 | 1,1585 | 5,8964 | 1 | ,01552 | ,1352 | 16,6603 |
| Idadec8 (Cont) | 2,1660 | 1,1837 | 3,3483 | 1 | ,0673 | ,0795 | 8,7235 |
| Constant | -3,5324 | 1,2155 | 8,4459 | 1 | ,0037 | | |

Na análise por Regressão Logística, os coeficientes **B** e **Wald** permitem medir a relação de cada variável independente com a variável dependente. No presente caso, a variável Escola (tipo de escola, se particular ou pública) explica menos do que

Idade o fato de haver integração das variáveis espaço, tempo e velocidade nos desempenhos dos sujeitos. O fato da escola 2 apresentar um coeficiente B positivo indica a presença de maior incidência de integrações corretas (Velcor 1).

Verifica-se que na idade de (5), que corresponde a 12 anos, o coeficiente B é maior (4,0488); isto significa que nesta idade a incidência em Velcor 1 é máxima, ou seja, foi na faixa de 12 anos que encontramos mais sujeitos capazes de entender as relações procuradas entre as variáveis espaço, tempo e velocidade.

Desta forma a distância percorrida pelo homem a pé é sempre inferior à distância percorrida de bicicleta e sempre julgada inferior à percorrida pelo homem de carro. Isto permite afirmar ainda que, em função da velocidade, as distâncias percorridas em dois segundos são sempre inferiores às percorridas em cinco, e estas, bastante inferiores às percorridas em 8 segundos, aumentando de forma linear de acordo com o nível de tempo e velocidade associada. Os dados apresentados permitem inferir que o processo de compreensão e integração das variáveis inicia-se na faixa etária de 11 anos e finda-se aos 13 com a consolidação do processo do entendimento do tempo como integrador entre a velocidade e o espaço.

Em função da amostra total, verifica-se que 69,0 % é classificada como Velcor 1, o que equivale dizer que igual percentual de sujeitos da amostra entende as variáveis e as relacionam corretamente; isto pode ser visto na análise estatística abaixo:

Tabela 15. Amostra total - Classification Table for Velcor.

| | | Predicted | | |
|----------|---|-----------|---------|-----------------|
| | | 0 | 1 | |
| Observed | | 0 | 1 | Percent Correct |
| 0 | 0 | 50 | 23 | 68,49 |
| 1 | 1 | 25 | 56 | 69,14 |
| | | | Overall | 68,83 |

Terminada a análise estatística, passaremos a tecer algumas considerações de caráter teórico que visa situar, descrever e entender melhor os resultados à luz do referencial teórico que ilumina a pesquisa, ou seja, a Teoria Histórico-Cultural.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

No presente trabalho, buscamos, à luz do referencial teórico da THC, indícios que permitissem responder, pelo menos em parte, o questionamento básico que norteou a pesquisa:

- 1) Qual o percentual da amostra que consegue, a partir de estímulos sonoros, integrar os conceitos Físicos de espaço, tempo e velocidade em um game de simulação de uma corrida, em ambiente virtual?
- 2) Como se colocam, em termos de influência no processo de integração, as variáveis: Sexo, Idade, Tipo de Escola, Série Escolar?
- 3) Quais as estratégias mentais utilizadas pelos sujeitos para procederem à integração da velocidade, do espaço e do tempo, a partir do ambiente virtual?
- 4) Como se comporta o computador como instrumento de mediação instrumental no processo?

Em função da análise dos dados coletados neste experimento, poderemos supor plausíveis as seguintes respostas ao questionamento básico :

- 1) Pode-se afirmar, de acordo com as Análises da Regressão Logística e à luz dos gráficos individuais, que a integração da Distância como função da Velocidade e do Tempo ocorre a partir dos 7 anos de idade, Primeira série escolar, consolidando-se aos 12 anos, Sexta série, idade em que o índice de desempenhos significativos é máximo (82,0%) da amostra. Em função de toda a amostra, 69,0% efetuou a integração conforme o modelo esperado (Wilkening, 1981).
- 2) As variáveis sexo, idade, e tipo de escola tiveram participações na tomada de consciência para a integração do espaço, tempo e velocidade em função dos estímulos sonoros.
 - a) A variável sexo não apresentou coeficientes estatísticos considerados suficientes para ser interveniente no processo. A Regressão Logística apontou 57,0% de

desempenhos significativos para o sexo feminino contra 59,0% para o masculino. A diferença encontrada entre os índices de desempenhos é considerada desprezível estatisticamente.

- b) Por sua vez, o tipo de escola parece influenciar fracamente o processo. Uma ligeira tendência indica índice de sucesso para os sujeitos da escola particular, 58,0%, contra 46,0% de desempenhos significativos da escola pública.
- c) Quanto às variáveis idade e série escolar, de certa forma embricadas desde o início do processo, por viés da amostra (paridade entre idade e série escolar), apresentam-se altamente significativas, podendo-se afirmar que a Série escolar explica a integração quase quanto a idade. Verifica-se que a partir da 3ª série (9 anos), até a 6ª (12 anos), os desempenhos foram progressivos, alcançando maior índice na 6ª série (12 anos): 3ª série, 9 anos (31,0%), 4ª série, 10 anos (50,0%), 5ª série, 11 anos (63,0%) e 6ª série, 12 anos (82,0%). Todavia o tratamento estatístico (Método de Monte Carlo) apontou a Idade como a variável mais significativa do processo.
- 3) Quanto às estratégias mentais utilizadas pelos sujeitos frente ao desafio, pode-se afirmar que os sujeitos de ambas as escolas utilizaram-se dos seguintes núcleos:
- 3.1 Estratégias Cinestésicas – ligadas às habilidades do movimento;
 - 3.2 Estratégias Lógico-Verbais – ligadas às habilidades da linguagem;
 - 3.3 Estratégias Lógico-Matemáticas – ligadas às habilidades numéricas.
- 4) O papel do computador enquanto instrumento de mediação cessa por ocasião da verificação dos processos mentais dos sujeitos, ou seja, o momento das descrições das estratégias mentais utilizadas. Em função da tarefa, a mediação instrumental, apenas, não foi suficiente para dar conta do objeto de pesquisa.

Considerações

O desempenho dos escolares da 6ª série (12 anos) evidencia a tomada de consciência pelos sujeitos das funções psicológicas superiores (raciocínio lógico, atenção voluntária, abstração, comparação e diferenciação...), habilidades que, segundo Vygotsky (1989), promovem interações entre o pensamento e a linguagem; linguagem que é instrumento regulador da ação e do pensamento.

Daí porque o desempenho na faixa de 82,0% demonstra a utilização destas habilidades e possibilita o desvendar, por meio da linguagem, das estratégias mentais utilizadas.

A primazia da variável Idade como decisiva para os desempenhos traz à tona velhas discussões acerca da maturação biológica, desenvolvimento psíquico e aprendizagem. A visão de Vygotski e seus colaboradores não descarta o efeito de *step* que deve possuir a maturação biológica, até mesmo para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, a partir das modificações psicológicas das funções inferiores. Todavia, o peso da maturação cede lugar aos valores do desenvolvimento e da aprendizagem – estes, de caráter eminentemente sociais.

Assim, verifica-se que, embora a idade seja o fator preponderante, a correlação estabelecida com o desempenho não é linear. Não se verifica um gradiente entre a idade e os resultados da integração a não ser na faixa que vai dos 9 anos (31,0%) aos 12 anos (82,0%), caindo os desempenhos nas faixas de 13 anos (63,0%) e 14 anos (58,0%) e até mais, como verificou-se com adultos, possuidores de instrução formal especializada em Física. Verifica-se aqui o peso da Atividade, que segundo Leontiev (1978) possui motivos que geralmente não coincidem com seus objetivos. E a motivação dos sujeitos é de capital importância para o êxito em qualquer atividade, seja ela uma atividade mental ou não.

Acreditamos que os motivos que levaram os sujeitos ao sucesso ou não da integração das variáveis podem ser classificados em três categorias que devem, segundo nosso julgamento, explicar os desvios de linearidade desta correlação: O lúdico, o desafio e o domínio de conteúdo. Isto porque, enquanto os mais jovens encantavam-se com os aspectos lúdicos, os de idade mediana lutavam para vencer o computador, numa demonstração de que estavam conscientes de realizarem atividade que lhes exigia esforço mental – um desafio, um trabalho, daí o grande percentual de êxito conquistado pelos sujeitos desta faixa etária. O domínio do conteúdo, mesmo que por vias diretas de ensaio e erro, adquirido na cotidianidade, fez com que os alunos de

13 e 14 anos perdessem o encantamento com o jogo, não encontrando na atividade nenhum desafio que os estimulasse a desprenderem esforços maiores; daí o desempenho apenas razoável, embora concorde e dentro do modelo físico ($V_{pe} < V_{bi} < V_{car}$) admitido como parâmetro e modelo.

As nossas evidências parecem confirmar Vygotski (1996, p.41), quando afirmou que: *na idade pré-escolar, o jogo abarca quase toda a conduta da criança; na idade escolar o jogo e o trabalho ou mais o jogo e as tarefas escolares formam, ao bifurcar-se, duas causas principais pelas quais transcorre a atividade do escolar. E, finalmente, na idade de transição (...) o trabalho passa a tomar o primeiro plano, deixando o jogo a um posto secundário e subordinado*, descontadas a nosso favor as questões da transculturalidade.

Como a variável Série Escolar teve poder estatístico de explicar a integração quase tanto quanto a Idade, acreditamos que sua participação esteja ligada às experiências societárias promovidas dentro da escola, mesmo que por vias indiretas, a partir dos conteúdos correlatos, por exemplo das disciplinas como matemática, geografia, história... Como o tipo de escola foi uma variável que tendeu para a escola particular, acreditamos que este indício reforce a nossa hipótese de que a componente das interações sociais, principalmente as promovidas pela escola, parece decidir, ao lado da idade, por um desempenho exitoso do sujeito.

Em resumo, a atitude de desafio frente à atividade aliada à aprendizagem cotidiana e o conseqüente desenvolvimento intelectual adquirido dentro e fora da escola talvez expliquem o alto percentual de sucesso atingido pela faixa etária dos 12 anos. Podemos então concluir que existem fortes indicadores que apontam a escolaridade, reunindo uma gama de fatores e experiências adquiridas no lar e na escola (verdadeiro desenvolvimento pessoal, soma de toda a gama de agentes intrínsecos e extrínsecos à cognição do indivíduo) que juntamente com a idade representaram as variáveis mais significativas dentre as variáveis estudadas, possibilitando inferir portanto a dependência entre estas e a presença de habilidade para entender a distância como função da velocidade e do tempo.

Quanto a mediação instrumental, ela apenas, não foi capaz de esclarecer as tomadas de decisão dos sujeitos frente ao Jogo da Distância. É evidente que não podemos esquecer que o computador é também um mediador social, que tem uma

história e que ainda está em evolução. Colocar a criança diante do computador, para que sozinha tome decisões que dependem do psiquismo, diante de uma situação de teste, pode, de certa forma, inibir o seu raciocínio. Seus desempenhos foram grafados, porém não havia possibilidade, a partir do computador, de desvendar os seus raciocínios sem a ajuda da mediação social, papel que foi desempenhado pelo pesquisador.

Contudo, vale conferir que o grau de especialização do instrumento parece contribuir para o afastamento do sujeito do objeto de seu conhecimento, exigindo do sujeito muito mais preparo intelectual que o necessário para a manipulação direta da realidade. Assim, resultados que aparentemente são considerados “não-muito bons” guardam em si a enorme dificuldade que o sujeito encontrou para, após dominar a máquina, fazer a tradução do real para o virtual, modificando o tamanho dos objetos, sua cor, suas propriedades físicas, suas funções reais para a escala do vídeo. Por essa razão acreditamos que o real não pode, ainda, ser substituído pelo virtual.

Este resultado também serve de alerta para que sejam revistas as metas ufanísticas que de certa forma contaminam o universo idealista daqueles que acreditam estar no poder de encantamento da máquina e, somente nela, como bálsamo para todos os males, a salvação da educação brasileira, a erradicação do analfabetismo, o grande salto para o futuro.

O estudo permitiu também a exploração de outros marcos teóricos do referencial, dentre eles o conceito de ZDP. Verificou-se que, ao promover a interação mediada de alunos com desempenhos fracos com seus pares de desempenhos fortemente significativos, um alto índice de melhoria de desempenho foi verificado. Acreditamos que este sucesso aconteça em função da reelaboração de suas estratégias mentais, da disseminação das dúvidas conceituais e dos procedimentos instrumentais que fizeram diminuir a margem de discrepância entre os seus e o modelo físico-matemático exigido ($e = v$ versus t). Esta explicação parece plausível com o conceito de ZDP, no que tange ao alargamento da zona de desenvolvimento, partindo de um desempenho realizado pelo sujeito sozinho (nível real) para o desempenho de um sujeito mediado – nível potencial de desempenho.

Vale tecer algumas considerações acerca do método de pesquisa e do desempenho do software utilizado como limitações da pesquisa.

Em primeiro lugar, embora os indícios de que o software possua intrínseca

capacidade diagnóstica, condição pensada inicialmente, a amostra ainda é pequena para que se possa afirmar taxativamente que ele cumpre fielmente esta função, mesmo diante do poder discriminatório apresentado, constituído pelo desempenho do grupo de adultos que não conseguiram ter êxito na integração em comparação com os êxitos dos sujeitos de sete, oito anos.

Algumas críticas parecem procedentes. O software talvez precise fornecer mais explicações acerca da tarefa, além do que deve promover um maior grau de liberdade ao sujeitos, no que tange às variáveis físicas (espaço, tempo e velocidade), implementando condições de contorno que o aproxime cada vez mais dos conceitos científicos.

Quanto aos procedimentos metodológicos, alguns senões devem ser anotados, dentre eles a ausência de um espaço especializado para a aplicação da pesquisa, a ausência de gravação em vídeo das interações mediadas sobre ZDP e acerca das estratégias evidenciadas pelos sujeitos.

Acerca das estratégias, a impossibilidade da gravação em vídeo trouxe prejuízos significativos, pois anotamos apenas, dentre as salientes, as mais significativas. Nesta mesma linha, anote-se a necessidade, para futuras investigações de estratégias mais direcionadas aos sujeitos menores, faixa de 7 a 9 anos, que têm dificuldades temporárias de expressar o pensamento através da linguagem falada.

Queremos deixar clara a nossa opção pelo sensitismo como fonte do conhecimento humano, mesmo ciente das pesadas críticas de Bachelard (1996) acerca dos obstáculos pedagógicos e epistemológicos, que discutimos (Frota; Mendes Sobrinho, 1988, p.27-43) e com as quais concordamos em quase sua totalidade. Por esta razão não estamos advogando esta como a única porta para a apreensão do mundo, mas como porta auxiliar – um dado posto – que o aluno traz consigo ao longo de seu desenvolvimento e que precisa ser valorizada na e pela escola, se quisermos promover um ensino eficiente e eficaz.

Esta convicção nos leva a perguntar: Como se desenvolvem na mente da criança os conceitos científicos? Qual a relação entre os conceitos científicos e cotidianos? Têm ou não certo valor os conceitos cotidianos de apreensão através dos sentidos?

Ora, este conhecimento que o aluno adquire fora da escola, dito conhecimento comum, conhecimento vulgar, senso comum ou ainda conceitos

cotidianos, são *um representar a realidade tão colado, tão solidário à própria realidade, que o homem quase não se distancia dela; é quase pura vida, de modo que, tomado isolado do processo da vida, representado sem participar intensamente da vida quem o elaborou, resulta incôngruo, descabido, a-lógico* (Buzzi, 1992, p.46-7), mas, que de certa forma, respondem aos desafios da vida diuturna.

Vygotski (1993, p.252) afirma que o conceito cotidiano se desenvolve de baixo para cima em direção a propriedades superiores, a partir de outras elementares e inferiores, enquanto os científicos se desenvolvem de cima para baixo, a partir de propriedades mais complexas e superiores, em direção a outras mais elementares e inferiores, atestando que, embora tenham movimentos em sentidos opostos, não são todavia antagônicos ou capazes de promover a total erradicação um do outro, do sistema conceitual do sujeito, como pensaram Piaget e os adeptos das Mudanças Conceituais.

Todavia estamos conscientes de que os conceitos cotidianos e científicos permitem ao sujeito que os domina fazer leituras de mundos diferentes. Enquanto os conceitos cotidianos permitem esclarecer o mundo próximo, localizado e colado à realidade imediata - e para tanto basta ver as aparências, a realidade estática, o dado imediato, o particular (Frota; Mendes Sobrinho, 1998, p.108) -, os conceitos científicos por sua vez permitem o descortinar da realidade, buscando o que o fenômeno tem de essência, de geral, indo além das aparências; evolui, acompanhando assim a dinamicidade do mundo.

Cabe aqui voltarmos ao episódio de Aristarco ao romper com o obstáculo sensitivo do espaço próximo, mudando o enfoque para o espaço distante, deixando de lado a grande tradição grega do tato (estátuas, obras arquitetônicas) e utilizando-se da visão nua. Por outro lado, perdurou por centenas de anos a idéia da Terra como centro do universo – enganando os sentidos.

Os conceitos cotidianos, de alguma forma, servem de base para o desenvolvimento dos conceitos científicos, pois *o desenvolvimento do conceito cotidiano deverá alcançar um determinado nível para que o sujeito possa assimilar, de forma geral, e tomar consciência do conceito científico* (Vygotski, opus cit. p.253).

Os conceitos científicos dependem dos conceitos cotidianos, numa espécie de troca ou simbiose: depois de percorrerem certa faixa de seu caminho para baixo, abrem espaço para que os conceitos cotidianos dominem certas propriedades

superiores, dentre as quais o caráter consciente e a voluntariedade, que promovem cada vez mais a aproximação entre eles.

O conceito científico só descende se o sujeito que dele se apropria recorre a eles para explicar de forma consciente o real da vida cotidiana, porém as meras características do conceito, seus atributos e definição não são suficientes para tanto. É preciso que sejam vivenciados, sentidos, incorporados ao fazer diário, de certa forma aplicados na solução do problema que os suscitou. Só assim o conceito científico pode cumprir o papel de colocar em cheque as fragilidades dos conceitos cotidianos, pois a *prática pertence às raízes mais profundas da operação científica e reestrutura-a desde o início até o fim. É a prática que coloca as tarefas e é o juiz supremo da teoria; a prática é o critério da verdade; é a prática que dita como construir conceitos e como formular leis.* (Vygotski, 1982, p.388-9).

O ponto de partida para a aprendizagem dos conceitos científicos é o conceito cotidiano. Como é sabido, o aluno adentra a escola portando uma ecologia conceitual adquirida diretamente da manipulação do mundo físico, portanto, da cotidianidade. A tarefa da escola e do ensino formal, portanto, é o domínio conceitual científico, forma mais elaborada e descontextualizada de ver e compreender o mundo. Mas como é impossível erradicar o cotidiano, o professor experiente deverá escolher muito bem suas atividades no sentido de, ao evidenciar os conceitos científicos, colocar em evidência também as fragilidades, limitações e contradições dos conceitos cotidianos.

Recomenda a THC que a apreensão e, portanto, o ensino dos conceitos científicos devem começar pelos procedimentos analíticos, pelas definições verbais, pelas evidências de seus atributos e idéias essenciais, possibilitando-se sempre sua aplicação às variedades de objetos e situações da vida real, embora corra-se o risco de insucesso, pois a experiência demonstra que é infrutífera a tentativa de ensinar diretamente os conceitos (sem a mediação), uma vez que a *instrução somente é válida quando precede o desenvolvimento* (Ibid. p.243).

A ressalva é cabível porque tanto um quanto o outro tipo de conceitos apresentam debilidades. A debilidade dos conceitos cotidianos reside na incapacidade para a abstração e no modo arbitrário com que operamos com eles. Já o ponto fraco do conceito científico é o “verbalismo puro”, a partir do qual o conceito pode ser usado

apenas em situações escolares, deixando de ser incorporado à vida real do sujeito que o detém.

Por último, desejamos expressar as limitações do uso do próprio referencial, que pela primeira vez, na literatura consultada no Brasil, está sendo utilizado para a aplicação na interface do ensino de Física, formação continuada de professores e ciências cognitivas.

O presente trabalho espelha uma realidade sob a ótica de uma teoria - a THC. Evidentemente muitos outros são os paradigmas (agora na visão kuniana) que podem e devem explicar o mundo. Todavia, mesmo correndo alguns riscos, até por conta do ineditismo da proposta, preferimos utilizar o referencial em apreço, pela aproximação com o modelo de pesquisa usual da Física, a partir dos procedimentos da Psicofísica. Estamos conscientes dos alcances limitados do presente trabalho, inclusive em termos de abrangência e alargamento de horizontes teóricos, todavia acreditamos poder contribuir com algumas evidências para o ensino de Física no nível fundamental e médio e para a formação de professores, por via formal ou emergencial.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS ACERCA DO TRABALHO EMPÍRICO

Após a análise estatística dos dados, passaremos a tecer algumas considerações de caráter qualitativo que por certo ajudarão a entender questões centrais do referencial teórico que foram evidenciadas durante a parte empírica do presente trabalho de investigação. Conceitos básicos fundamentais para esta análise são : o papel da mediação, a Zona de Desenvolvimento Proximal, as Estratégias Mentais utilizadas pelos sujeitos e os Motivos da Atividade. Vale ainda considerar nesta análise o próprio instrumento de coleta de dados e os procedimentos metodológicos utilizados.

1 O Papel da Mediação

A mediação é um dos conceitos centrais da obra de Vygotski em sua busca para explicar o funcionamento psicológico do homem. No entender de Vygotski, o homem não se relaciona diretamente com o mundo, mas serve-se de relações mediadas para obter o conhecimento. Para entendermos esta relação, precisamos voltar aos modelos que envolvem o sujeito cognoscente e o objeto a ser conhecido, no ato da apreensão do conhecimento, tais como o racionalismo, o empirismo e o construtivismo.

Do ponto de vista do racionalismo, formulado por Descartes e seus seguidores, o conhecimento independe do objeto, brotando de dentro do sujeito, pois reside na sua razão. O sujeito (S) determina ou confere ao objeto (O) o conhecimento prévio do qual é portador. O conhecimento, portanto, é moldado segundo o pensamento do sujeito.

Adotando-se como referência o empirismo, formulado por Locke e seus simpatizantes, a mente do sujeito é uma tábula rasa, passiva e receptiva. O

conhecimento reside nos objetos, fora do sujeito que, por meio das sensações e da experiência, os recebe passivamente (S ←----- O).

A grande síntese do conhecimento, de Kant, traz uma posição conciliadora acerca desta questão, no que foi chamado interacionismo [Kant, (s/d)], que bem mais tarde foi encampada pelo construtivismo, constituindo-se na proposta dialética: o conhecimento não está dentro nem fora do sujeito, mas nas relações de apropriação que ele trava. O sujeito e o objeto se determinam mutuamente, ou seja, a interação faz surgir uma nova construção, onde ambos tornam-se diferentes e enriquecidos (S --→ O).

A posição da Teoria Histórico-Cultural, fundada por Vygotsky, vê com mais clareza a relação entre o sujeito e o objeto do conhecimento (inclusive, outro sujeito) em função da produção e/ou apropriação do conhecimento. Ao invés das relações diretas entre sujeito e objeto, (a), (b), (c), verifica-se a interposição de um elemento mediador (M), entre ambos, de forma que podemos escrever: (S) -----→(M) ----→ (O), como uma relação mediada, que poderá ser encarada como uma explicitação da última condição.

Matui (1996, p.188) afirma que a mediação funciona analogamente a um catalisador químico que, presente numa reação, facilita ou acelera e até mesmo possibilita essa reação. Ausente, retarda a reação, ou esta pode até não ocorrer.

A mediação, portanto, é ato contínuo da psique. Se podemos ligar diretamente o nosso aparelho de TV, mas, ao invés de fazermos isso, preferimos utilizar o aparelho de controle remoto, estamos realizando uma ação mediada. O controle remoto é, assim, um elemento mediador que afasta o sujeito da ação do objeto que a sofre.

Poderemos afirmar, segundo Ratner (1995, p.16), que existem três tipos de mediação: a consciência ou atividade mental, a cooperação ou atividade social e os instrumentos ou a tecnologia.

Segundo o autor citado, é por meio da consciência que analisamos uma situação antes de resolvê-la. A consciência analisa, sintetiza, interpreta, pondera, delibera, planeja, sente e decide, podendo dar-se conta de si mesma, tornando-se autoconsciente. As interações sociais correspondem à atividade conjunta e coordenada com outros indivíduos, cooperando, comunicando, partilhando, prevendo metas

comuns, considerando não apenas os nossos próprios, mas os sentimentos, pensamentos e intenções dos demais, em processos de mediação.

Já a tecnologia compreende os instrumentos físicos utilizados na suplementação dos sentidos e no aumento dos poderes do organismo físico. Eles organizam a sensibilidade, a percepção, a compreensão, a memória e a reatividade humana em relação às coisas, possibilitando a adaptação do homem ao mundo, não apenas passivamente, mas compreendendo-o e construindo-o.

Quanto aos mediadores tecnológicos – as ferramentas – eles podem ser de dois tipos: as “ferramentas técnicas”, ou simplesmente “instrumentos” (machado, computador), e as ferramentas psicológicas” - os “signos” -, entendidas como qualquer tipo de símbolo convencional como a linguagem falada ou escrita, ou sistemas simbólicos como a sinalização do trânsito, por exemplo. Enquanto o instrumento dirige a sua ação para o meio externo, provocando mudanças no objeto, os signos constituem-se em ferramentas psicológicas, dirigindo-se para o interior do indivíduo, influenciando o seu comportamento e de outros ao seu entorno. A utilização dos signos constitui-se na base para o desenvolvimento social.

A criação de ferramentas forçou a evolução da mente, a especialização do trabalho e a transformação do mundo. Evidentemente que o trabalho levou a outras atividades eminentemente humanas, como a aprendizagem e o jogo.

Em *O Domínio sobre a memória e o pensamento*, Vygotski (1996) relata várias experiências que demonstram a utilização da mediação simbólica. Uma das experiências desenvolvidas pelo grupo de pesquisa, acerca do poder simbólico dos signos nas atividades psicológicas, consistia, numa primeira etapa, no reconhecimento de figuras associadas a teclas que crianças de 4 a 5 anos de idade deveriam apertar. As crianças apresentaram dificuldades em decidir qual a tecla correta a apertar quando aumentaram o número de figuras e de teclas que deveriam ser memorizadas. Numa segunda etapa, introduziram-se nas teclas marcas que apresentavam correspondências simbólicas com a figura inicial, como por exemplo, a figura de um balde para lembrar água, a figura de uma roda para lembrar carro, etc.

Nesta etapa a ação psicológica passou a ser mais sofisticada, afastando o signo do significado; porém, ocorreu aumento significativo de acertos, pois as relações, antes diretas, passaram a ser mediadas pelas marcas nas teclas.

Vygotsky concluiu que a atividade psicológica foi beneficiada pela utilização de signos como “instrumentos mediadores psicológicos”, pois a utilização

de mediadores (estímulos externos) aumentou a capacidade de atenção e de memória, permitindo maior controle voluntário do sujeito sobre a atividade.

De experimentos como estes, foi possível concluir que a atividade de utilização de signos pelas crianças não é um processo ensinado pelos adultos nem inventado pelas crianças, mas construído a partir das relações sociais, ao longo do seu desenvolvimento psicológico.

Neste contexto teórico, não há que se negar a importância da utilização do computador, hoje, na educação, de forma geral. Evidente que o mundo moderno tem solicitado para o meio laboral novos mecanismos e instrumentos de mediação. Perfeitamente normal que, depois de atuar nas áreas de estratégias governamentais, servir aos bancos e empresas públicas, as novas tecnologias cheguem à escola – um tanto atrasadas mas com certeza ainda a tempo de que esta nova geração possa apropriar-se dela para enfrentar o Século XXI, um mundo novo ditado pela tecnologia computacional, o ciberespaço, o correio eletrônico, o livro animado com som e imagem, o hipertexto, as relações amorosas virtuais.

Recorrendo aos especialistas em informática educacional como Valente (1993) e Cortelazzo (1997) verifica-se que é prática dominante associar a utilização do computador ao tipo ou modalidade de softwares utilizados, de forma que o computador, em função do programa que está utilizando no momento, pode ser classificado como:

- Máquina de ensinar;
- Ferramenta para executar tarefas;
- Ferramenta de Comunicação.

Todavia, o nosso estudo parece indicar que esta classificação não pode ser linear ou dispersa, mas há que se ligar em alguns momentos como no presente caso, em que tanto executamos uma tarefa (pesquisa) como também oferecemos oportunidade de ensino e aprendizagem.

Daí porque considera-se o computador um instrumento de mediação altamente versátil, capaz portanto de modificar radicalmente a sua utilidade em função da parte fluida que utiliza – o programa.

Vale portanto ter sempre em mente que, por mais versátil que seja o computador, ele é apenas mais um instrumento tecnológico de mediação, assim como

o retroprojetor, a TV e o vídeo, que deverão continuar a ser utilizados pelo aluno/professor na sala de aula, cada um cumprindo o seu papel, pois de acordo com os paradigmas emergentes, os sujeitos não aprendem todos por intermédio dos mesmos canais, das mesmas habilidades, preferindo as individualidades próprias e diferenciadas para aprender, conforme Gardner (1995), dentre outros.

Pela alta carga cultural que agrega, parece ser imprescindível ao homem, durante o seu período de desenvolvimento/formação, a manipulação direta dos objetos, vinculando-os ao processo experimental, como forma para apreender a realidade. Esta prática manipulativa parece perder o encanto quando a transferimos para o mundo virtual, do computador.

Embora despertando a atenção do usuário para outros pontos fortes proporcionados pelo *software* - como a versatilidade em prover uma realidade em cores e movimento e a aplicação dos princípios científicos -, o computador tenta, pelo menos no caso das Ciências Físicas, substituir o laboratório real por um virtual.

Nesta linha estão no mercado os programas Interactive Physics, o Mathlab, o Modellus, confeccionados pela Knowledge Revolution Inc. (www.krev.com), dos Estados Unidos, que simulam os laboratórios. Com estes o aluno faz experiências em tempo real, altera parâmetros, visualiza eventos, processos, fenômenos da natureza bruta e transformada, acompanha a construção de gráficos e tabelas diversos, podendo ainda simular as condições de contorno que podem ou não ferir os alicerces da própria ciência em busca da crítica aos procedimentos.

Muito embora o mundo virtual, da mediação pelo computador, permita esta versatilidade, parece que o encanto da experiência reside mesmo no fato de as sensações atuarem como via de ligação entre o corpo e a mente, pelo menos junto àqueles que se desenvolveram “tateando o mundo”, como nós. Quando os sujeitos manipulam objetos reais sofrem sensações diferentes daquelas sentidas diante dos objetos virtuais, pois no computador estão diante de representações do real, que de certa forma não mais guardam, pelo menos por enquanto, propriedades como dureza, elasticidade, etc.

Em função das dimensões físicas, existe sempre uma tendência ao redimensionamento dos objetos em função do tamanho reduzido da tela do computador. Parecem atuar aí os limitantes da “forma e do fundo” dos quais falamos anteriormente, exigindo uma operação mental de segunda ordem, uma nova métrica para objetos, espaço e tempo.

O grau de especialização do instrumento de mediação, no caso o computador, parece afastar o sujeito do objeto do conhecimento. Para utilizar o computador o sujeito precisa dominar uma linguagem intermediária, uma espécie de dicionário-tradutor expresso em símbolos como o mouse, o teclado, as funções exibidas no menu de cada software. Apertando a tecla errada ou escolhendo erroneamente um ícone na tela, estaremos implementando ordens para a execução de tarefas que poderão não ser executadas ou entendidas equivocadamente pela máquina.

Outrossim, dominar a máquina impõe uma certa alfabetização tecnológica que implica na utilização de uma linguagem científica. Como é sabido, o aluno geralmente traz consigo uma carga significativa de conceitos cotidianos da prática diária que deverá ser considerada pelo docente. Qualquer tarefa que envolva conceitos físicos, portanto, impõe o entendimento da movimentação em sentidos contrários das concepções de ambos os sistemas conceituais.

Em função da pesquisa, podemos dizer que o computador, *antes de promover a aproximação do sujeito do objeto de seu conhecimento, em nossa concepção, parece distanciá-los*. Para que o computador possa promover esta aproximação necessário se faz romper a barreira tecnológica de seu domínio. Mas isso ainda não é o suficiente. O sujeito precisa também possuir um certo domínio do conteúdo que lhe permita efetuar um salto de qualidade em busca do conhecimento, ampliar significativamente a possibilidade de passar do que se é para o que se deseja ser (Vygotski, 1993, p.239).

Pensávamos, ao iniciar este trabalho, que poucas seriam as oportunidades de intervenção docente junto à amostra, a não ser, durante a fase da coleta de dados junto aos sujeitos da primeira série, com 7 anos de idade. Entretanto, foi necessária uma intervenção com sujeitos de quase todas as faixas etárias. Verificamos, durante a aplicação do *Jogo da Distância*, que a mediação instrumental apenas não resolve os problemas afetos ao processo de apropriação da atividade.

Por mais específico em termos de conteúdo e versátil em termos da simplificação de uso (boa amigabilidade do programa), a mediação instrumental ainda se faz problemática. Isto levou à reformulação do modelo de mediação inicialmente idealizado, acrescentando a mediação social, conforme o esquema a seguir.

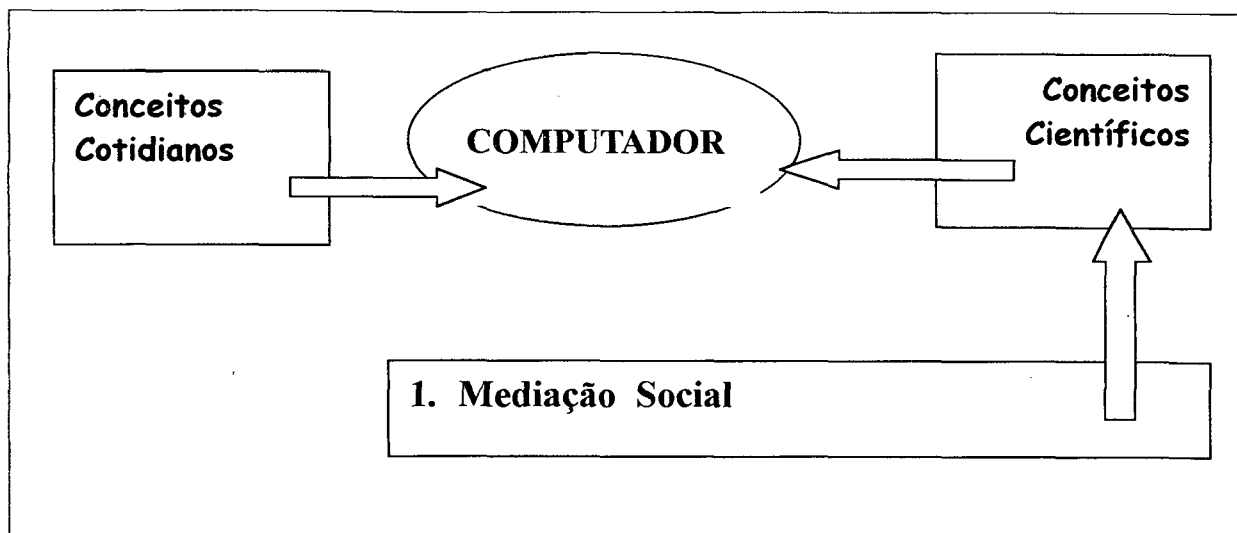


Ilustração 22. Modelo para a mediação. Os conceitos cotidianos portados pelos alunos são transformados em conceitos científicos – tabelas e gráficos – pelo computador. A Mediação social é imprescindível para a consolidação dos conceitos científicos

Em uma situação de aprendizagem, os sujeitos, inseridos em um contexto sócio-cultural, portam conceitos cotidianos (ou concepções espontâneas, no jargão construtivista) acerca das grandezas velocidade, espaço e tempo. Frente ao desafio do *software* (jogo da distância), interagem com o computador que, enquanto instrumento mediador especializado, lança resultados na saídas - conceitos científicos, relações, signos -, uma espécie de linguagem de segunda ordem, através de tabelas e gráficos.

A mediação social, executada pelo pesquisador ou por colegas mais experientes, permite o *feed-back* ao sujeito, a partir dos indicadores de êxito. É por intermédio dessa mediação que se reafirma, nega-se ou questiona-se em busca de uma resposta cada vez mais coerente com o modelo físico-matemático estipulado.

Por mais independência que o programa possibilite ao sujeito e maior grau de alfabetização tecnológica que ele detenha, o valor educativo do computador na sala de aula dependerá sempre da sensibilidade e da habilidade do professor (Schenk, 1987, p.13). Qualquer mediação utilizando o computador como instrumento será sempre dependente da mediação social, considerados, é claro, os níveis cognitivos dos envolvidos. Quando as situações de ensino são não presenciais, com crianças, adolescentes e jovens, a presença física de pesquisadores, docentes e monitores torna-se obviamente impossível. Utiliza-se então a interlocução a distância interativa (tele ou vídeo conferência, TV, fone), quando são atendidos muitos sujeitos distantes.

Se a barganha entre conhecimentos é feita com pós-graduandos, a mediação social pode ser mais fria, com as listas de discussão, *e-mails* entre docentes e colegas, e muitas tarefas individuais e em grupo por via eletrônica na modalidade *assíncronica*. Contudo, não raro as Universidades que estão à frente dos processos de formação a distância oferecem alternativas *síncronicas* (muito mais caras) de ensino/aprendizagem e discussão, na modalidade *on-line*.

Este papel assumido pelo professor é exercido sempre por meio da linguagem. Em nossa investigação, ocorreu principalmente no descrever as estratégias utilizadas pelos sujeitos para solucionar o Jogo da Distância.

2. A Zona de Desenvolvimento Proximal como estratégia de melhoria de desempenho

Quando, por volta de 1933, Vygotski volta-se para o entendimento das relações de ensino-aprendizagem escolar, a partir da sua teoria sobre desenvolvimento e aprendizagem, relembra que pesquisadores como Binet e Meumann, em função do sucesso francês obtido com a medida da inteligência (QI), haviam tentado em vão estabelecer um teto mínimo para o desenvolvimento das crianças, a partir do qual elas poderiam aprender determinadas matérias, na escola, como Física e Matemática, por exemplo. Na determinação deste teto mínimo recorria-se a uma espécie de avaliação diagnóstica onde o aluno era solicitado a resolver, sozinho, uma tarefa ou teste. (Van der Veer; Valsiner, 1996).

Os estudos vygotkianos o levaram a estabelecer não apenas o limite inferior, chamado nível de desenvolvimento real – quando o sujeito resolve sozinho a tarefa – mas, também, um superior, nível de desenvolvimento potencial – quando o sujeito resolve problemas com a ajuda do professor ou de colegas experientes, compondo o sistema conceitual do que foi designado por Zona de Desenvolvimento Proximal.

A ZDP tem se mostrado de grande utilidade no ensino mediado das mais variadas disciplinas escolares (Cazden, 1981; Tudge, 1996; Hedegaard, 1996) e não poderia deixar de ser explorada em um trabalho que pretende embasamento na THC. Durante a validação do jogo da distância e posteriormente, durante a aplicação do

experimento, tivemos a oportunidade de verificar como a interação social permite a ampliação da Zona de Desenvolvimento.

Verificou-se, no decorrer da aplicação da tarefa básica de pesquisa, que os sujeitos que repetiam o jogo geralmente obtinham resultados desanimadores.

Ora, sabe-se que podem ocorrer ganhos quando o sujeito enfrenta pela segunda vez um mesmo problema, anteriormente resolvido. Era portanto de se esperar que os resultados encontrados numa segunda vez fossem superiores aos primeiros - o que não ocorreu, pelo menos numa proporção linear.

Na maioria das vezes em que os sujeitos repetiam a tarefa individualmente, proposta pelo pesquisador ou monitor, que os estimulava e os desafiava positivamente a superarem os primeiros resultados (bastante negativos, desconfortáveis para o sujeito que reunia condição de se auto-avaliar), observamos que, contraditoriamente ao que se espera, os segundos resultados foram sistematicamente piores para os diversos grupos de usuários do *game*.

Este dado inquietante se evidenciou também com graduandos do curso de Física do penúltimo semestre (7^a fase), que, pela via acadêmica, dominam tranquilamente os conteúdos, conceitos e as relações entre as grandezas solicitadas no *game*. Na verdade, seguramente dominam conhecimentos muito mais sofisticados e abrangentes da Mecânica Clássica formal, enquanto teoria. Pelo menos foram aprovados - nem sempre pela primeira vez que cursaram, como é de praxe na cultura de pouca aprovação/muita reprovação de nossos cursos de ciências básicas e Matemática, nas fases iniciais - todos em disciplinas do ciclo básico (Física Geral e Experimental I, II, III e IV - 06 horas de teoria mais 02 horas semanais de laboratório cada uma) e Mecânica Geral (06 horas semanais, disciplina de referência, que utiliza a formulação analítica por incluir a linguagem sofisticada dos operadores, contribuições de Joseph Louis Lagrange (1736-1813), Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) e outros.

Embora não tenhamos controlado o ambiente e as observações de acordo com os requisitos mais rigorosos da metodologia da pesquisa, sem nenhuma gravação em áudio ou vídeo, podemos afirmar que a repetição *individual* da tarefa *não* contribui para ganhos no desempenho pelo menos neste caso, com grande perda do elemento motivacional intrínseco aos jogos. Ao contrário, a repetição parece contribuir para mais confusão.

Cabe aqui questionarmos o exagero do apego que temos, enquanto docentes de Física e Ciências da Natureza, nestas repetições dos exercícios, experiências, provas sem êxito, ou com pouco êxito. Inclui-se aqui a famosa *prova de recuperação* aplicada ao final dos semestres, versando sobre toda a matéria, justamente para aqueles de desempenho mais fraco. Procedimentos tradicionais da “escola tradicional repressora”, que se justificam apenas pelo “foi assim que aprendemos, sofrendo muito, é assim que ensinamos” tão presente, ainda, nas salas de professores e conversas de corredor.

Confiante no pressuposto básico de que a interação social favorece o nível de desenvolvimento mental e acelera a aprendizagem, principalmente quando existe na interação a participação de adultos e/ou de pares mais capazes, promovendo modificações interpsicológicas e reconstruções intrapsicológicas, procedemos o seguinte experimento.

Após levantar junto à amostra estudada os desempenhos considerados mais e menos significativos, constituíram-se 12 duplas de alunos para que interagissem trocando impressões, conceitos, procedimentos e sensações acerca do conteúdo abordado pelo *jogo da distância*. Após conversarem por cerca de 15 minutos, os alunos de desempenhos pouco significativos voltavam ao laboratório e executavam novamente a tarefa para posterior análise de resultados.

Verificou-se que as repetições em equipe, com mínimo de dois sujeitos com desempenhos diferenciados, a dinâmica, o envolvimento e os resultados foram de outra ordem e natureza.

Constatou-se que, com as interações *horizontais* (colegas ou amigos, mesma idade, mesma situação-problema), ampliou-se significativamente a potencialidade para a construção *conjunta* de estratégias que visavam responder aos desafios da solução do problema proposto, *tanto para o sujeito de nível cognitivo inferior, quanto para aquele de nível superior*, o que implicou em um novo desempenho, agora significativo do ponto de vista do modelo utilizado para a integração do espaço, da velocidade e do tempo.

Vale supor portanto que a interação social despertou novos níveis de reconhecimento, despertando a potencialidade do indivíduo para a atividade executada, o que permitiu, por rearranjos da consciência, o salto de qualidade para uma posição superior em seu aprendizado.

Apresentamos a seguir algumas figuras ilustrativas de pares de gráficos que representam, para efeito de comparação, os níveis real e potencial dos desempenhos de adultos e crianças submetidos ao experimento.

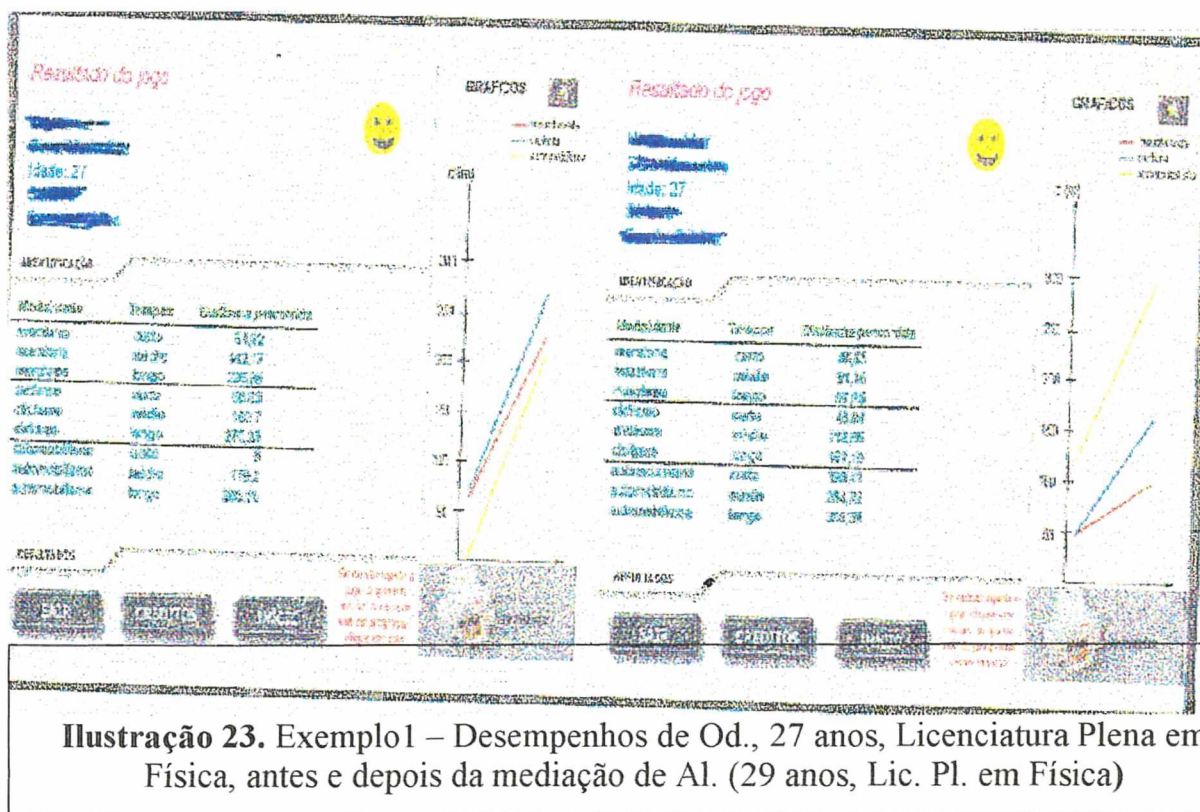


Ilustração 23. Exemplo 1 – Desempenhos de Od., 27 anos, Licenciatura Plena em Física, antes e depois da mediação de Al. (29 anos, Lic. Pl. em Física)

Verifica-se no primeiro gráfico que a curva referente à velocidade do homem de bicicleta (representada na cor azul) possui a maior inclinação e, obviamente, os maiores valores relativos, demonstrando que houve uma escolha equivocada por parte do sujeito. Por outro lado, a curva referente ao desempenho do carro (representada pela cor amarela) apresenta índices, entre todos os mais baixos, o que implica numa relação $V_{\text{carro}} < V_{\text{pe}} < V_{\text{bicicleta}}$ que fere o próprio senso de realidade. Este fato oferece pistas para que se façam as seguintes inferências: o sujeito não prestava atenção ao que fazia, dando muito pouca importância ao experimento ou, propositadamente, atendeu aos apelos animistas, dotando o ciclista e o maratonista de capacidades das quais eles não são possuidores.

No gráfico 2, ao lado, após a interação/mediação social, observa-se a demonstração de um pensamento coerente com o modelo esperado. Verifica-se que, para qualquer tempo, o homem a pé (linha vermelha) andar sempre menos que o homem de bicicleta (linha azul) e este, menos que o homem de carro (linha amarela), numa demonstração cabal de que o sujeito entende que $V_{\text{car}} \gg V_{\text{bi}} \gg V_{\text{pé}}$. Além do

que, as linhas que representam as velocidades demonstram uma abertura em leque, resultante do efeito multiplicador diferencial de cada móvel.

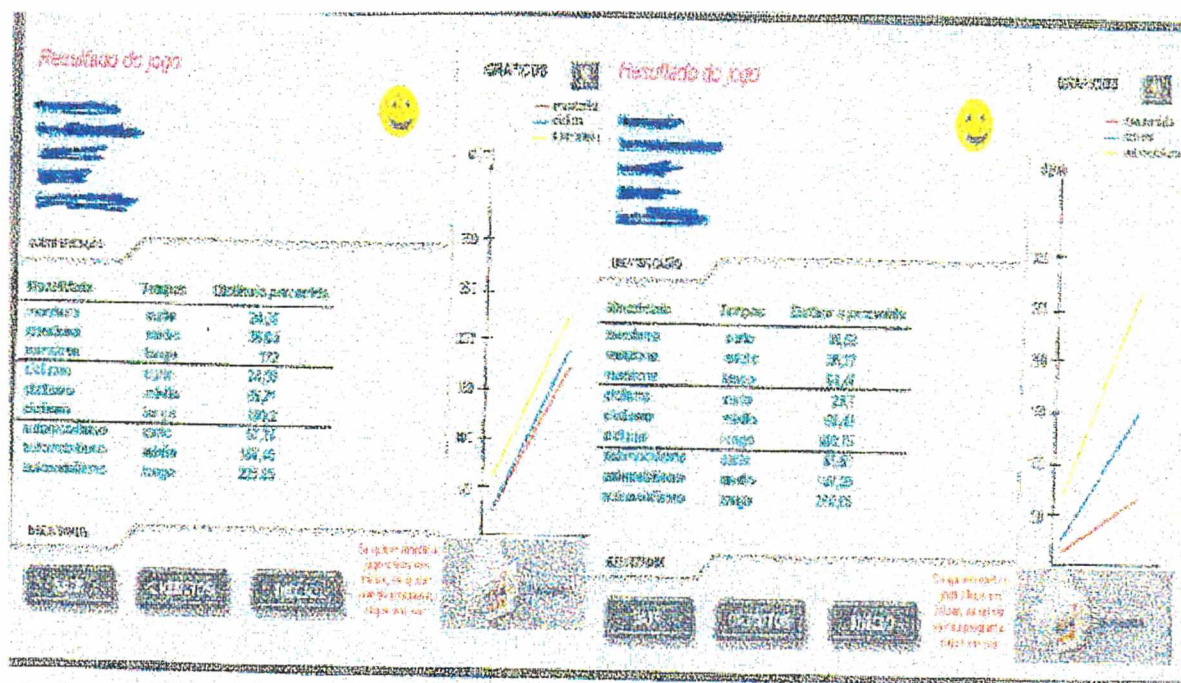


Ilustração 24. Exemplo 2 – Desempenhos de De., 25 anos, Licenciatura Plena em Física, antes e depois da mediação de Ed. (25 anos, Lic. Pl. em Física).

O gráfico número 1, da esquerda, que representa o desempenho do sujeito antes da interação, indica velocidades quase não diferenciáveis e curvas muito próximas. Os valores demonstram um desempenho onde, embora distintas em função dos móveis, as velocidades guardam diferenciais muito próximos entre si. Já o segundo gráfico, da direita, demonstra um entendimento das relações entre as variáveis espaço, tempo e velocidade enriquecido por relações de ordem mais aceitáveis entre as velocidades ($e = v$ versus t , valores diferenciais compatíveis), com a abertura em leque, que evidencia um salto de qualidade no desempenho do sujeito.

Como estes dois exemplos são referentes a desempenhos de adultos, estudantes de Física, verifica-se também que o conhecimento do conteúdo abordado pelo *jogo da distância* não assegura, de antemão, um sucesso no desempenho da integração, o que permite inferir que o software realmente discrimina os desempenhos.

Percebe-se no primeiro gráfico que, embora o sujeito tenha distinguido a gradação das velocidades ($V_{pé} < V_{bi} < V_{car}$), as curvas apresentam basicamente os mesmos valores para as velocidades em função de suas inclinações. No gráfico da

direita, demonstra-se não apenas o entendimento da diferenciação gradativa, mas uma abertura em leque que sugere fatores multiplicadores entre as velocidades do homem a pé, de bicicleta e de carro, num desempenho altamente significativo.

Os resultados que apresentamos a seguir são referentes às crianças e adolescentes.

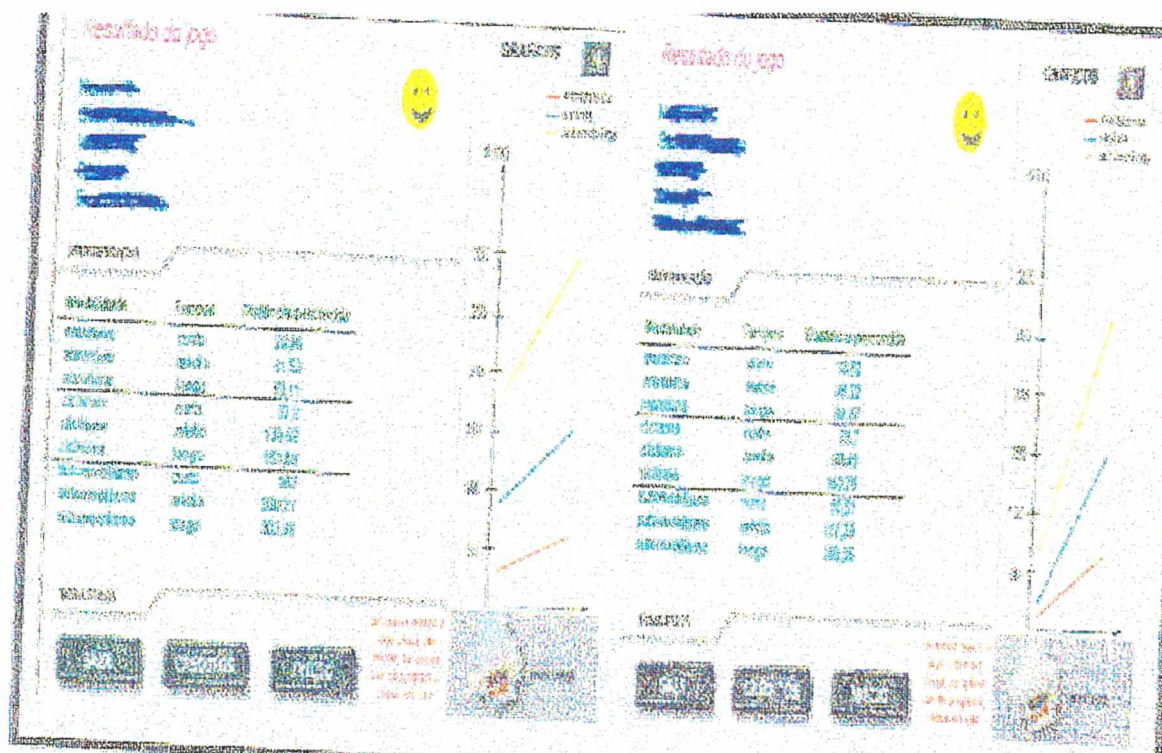


Ilustração 25. Exemplo 3 – Desempenhos de Ti., 12 anos, 6ª série, antes e depois da mediação de Do. (12 anos, 6ª série)

Ao considerar a definição de ZDP, poderíamos dizer que o desempenho gráfico da esquerda representa o grau de conhecimento que o sujeito portava antes da interação verbal com os colegas, isto é, representa o nível real, característico das habilidades intelectuais dominadas individualmente. No gráfico da direita, estaria representado o nível potencial, expandido a partir da interação social, tendo como princípio o ato mediado.

Fica evidente que os desempenhos representados nas figuras localizadas à direita, resultado da cooperação com colegas mais experientes, representam também,

de forma indireta, o poder da instrução formal para o aprendizado e resolução de tarefas a qualquer nível, seja no ensino fundamental, médio ou superior.

A respeito da apropriação dos signos e dos significados a partir do instrumental e da mediação, Garnier, Bednarz; Ulanovskaya (1996, p.12) afirmam que *a apreensão dos objetos culturais pertencentes ao mundo não pode ser reduzida a uma apropriação dos objetos em estado bruto, chamados naturais. (...) somente dentro da perspectiva de utilizá-los como ferramentas que a criança poderá elaborar a sua significação cultural, e apenas quando de forma vinculada às relações interindividuais que desenham os contornos culturais desses objetos.* Por isso, após dominados interpessoalmente, são reelaborados intrapsicologicamente; só então apropriados realmente pelo indivíduo, promovem o salto de qualidade do desenvolvimento e da aprendizagem.

Em função do instrumental, vale lembrar os mundos de Faraco e Moura (1987, p.54). Se por um lado, as abstrações que o sujeito deve fazer *do jogo da distância* lhe são proporcionados pelo mundo dos sentidos, a recuperação do seu desempenho é adquirida pelo mundo da verbalização. Embora a linguagem represente a realidade, ela não é um retrato fiel daquela. Só a transmissão racional e intencional de experiência e de pensamentos a outros, através da mediação, promove o intercâmbio de conhecimentos.

Estes procedimentos, contudo, carecem de críticas depurativas no que concerne ao problema da aprendizagem linear ou por imitação. Quanto a isto, Newman et al., em *A Zona de Construção – Trabalhando com mudanças cognitivas na escola*, de 1989, afirmam que Vygotski enfatizava a origem do conhecimento nas interações sociais nas quais as crianças estavam envolvidas. De certa maneira, localizar a fonte da mudança cognitiva no mundo social não implica que a criança simplesmente obtém uma cópia do conhecimento cultural através do processo de transmissão direta (p.74). Ou seja, a aprendizagem é social e portanto mediada, não fornecendo ao sujeito apenas um processo de mera cópia, uma transferência direta de conteúdos e procedimentos, num processo de incorporação sem crítica ou depurações.

3. Estratégias Mentais utilizadas pelos sujeitos

A verificação do posicionamento individual dos sujeitos frente ao *jogo da distância* nos fez lembrar que Vygotski (1993), quando tratou da questão do método investigativo das funções psicológicas superiores, afirmou ser de importância capital a elucidação do “princípio explicativo” do objeto a ser estudado, explicitando a dinâmica das relações existentes no processo de desenvolvimento e apropriação do conhecimento. Nessa linha, o estudo revelou marcadas diferenças quanto ao posicionamento dos sujeitos em função das estratégias utilizadas para racionalizar a manipulação do tempo para o julgamento de distâncias, a partir da internalização e avaliação da duração por intermédio do estímulo sonoro (via sentidos).

Sabe-se que cada pessoa ao longo da vida desenvolve, mesmo sem saber, um estilo pessoal de aprender. As atribuições da vida diária nos impedem de fazer uma análise acerca das estratégias que usamos na busca e aquisição de novos conhecimentos. Isto se deve ao fato de que alguns processos físicos ou mentais que efetuamos conscientemente ao longo do nosso desenvolvimento incorporam-se nas rotinas diárias. Por essa razão, se os executamos constantemente, passam a ser realizados quase que de forma automática e irrefletida, criando-se um *habitus*.

No caso da aprendizagem, é de fundamental importância que se exerça uma catarse acerca do método adquirido para aprender, em função da melhoria do próprio desempenho (no serviço, na escola, nas relações interpessoais). Esta tomada de consciência do processo como um todo, seja ele inconsciente, portanto mecânico, nos levará a utilizá-lo conscientemente, como uma atividade mental plena.

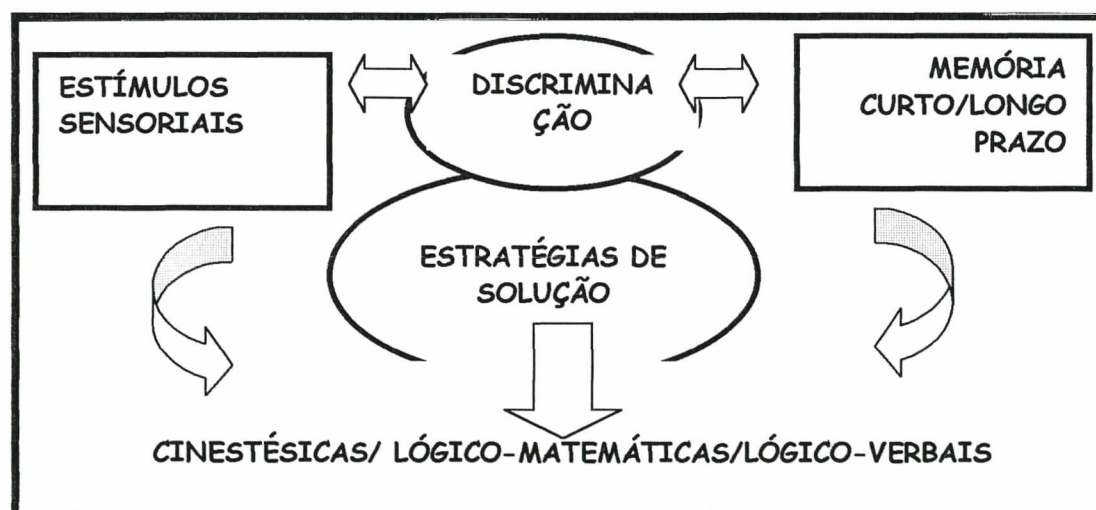
O *Jogo da distância* possibilitou o aflorar destes mecanismos através de um conjunto de estratégias mentais postas em prática pelos sujeitos. Merieu (1998, p.134) considera que há situação de aprendizagem quando nos apoiamos em uma capacidade para permitir a aquisição de uma competência ou, em uma competência para a aquisição de uma capacidade. Pode-se então chamar de estratégia, a atividade original que o sujeito desenvolve para realizar essa aquisição. Consideramos como estratégia, no presente contexto, a forma de organizar determinados recursos (físicos e mentais) e as condições para vislumbrar uma solução de um problema ou situação problemática.

O sujeito pode estar ou não plenamente consciente, pois algumas vezes elas surgem de um *insight*, da heurística ou da serendipidade.

Lembrando que as capacidades não existem estanques no sujeito, ou melhor, as competências não são isoladas, mas aparecem em conjunto, formando o seu potencial para aprender, apontamos as estratégias mais salientes encontradas no presente processo investigativo. Didaticamente, três categorias foram construídas em função da seqüência de operações cujos comportamentos manifestos as revelaram, pelo menos parcialmente, segundo o modelo a seguir.

De acordo com o modelo pensado, o sujeito recebe os estímulos sonoros, nas três durações; som curto (2 s), médio (5 s) e longo (8 s). Executa uma discriminação das durações (nunca ordenadas no jogo, sempre randomizadas) e evoca suas memórias em busca da vivência adquirida ao longo da vida. Estabelece, assim, laços entre a realidade e o experimento virtual. De posse destes dados, monta as estratégias mentais para a solução do problema, deixando transparecer, pelos comportamentos manifesto e verbal, pelo menos três grandes núcleos de estratégias:

Ilustração 26 . Modelo de acesso às estratégias.



- a) Cinestésicas – ligadas às mais variadas formas do movimento;
- b) Lógico-Verbais – ligadas diretamente à linguagem, privilegiando a fala;
- c) Lógico-Matemáticas - ligadas aos procedimentos, matemáticos, racionais, proporcionais, onde causa e efeito são distinguidos com mais clareza.

As estratégias e suas descrições e/ou comportamentos manifestos colhidos em função dos depoimentos individuais dos sujeitos podem ser vistas nos quadros-súmulas a seguir:

Ilustração 27. Síntese das Estratégias utilizadas pelos sujeitos frente ao desafio do Jogo da Distância

| Categoria 1 . Cinestésicas | |
|---|---|
| Identificação | Descrição/Destaques |
| Visual-Imaginativa (mobilização das evocações visuais) | Ar. (11 a, 6ª série) . Ao ouvir o som eu imaginava as diferentes formas de corridas... na corrida do homem eu o via correndo pela pista enquanto soava o som. Associava a corrida ao tempo e marcava depois a posição. Usei o mesmo raciocínio para as três modalidades. |
| | Jo. (12 a, 7ª série). Procurei buscar a ordem de grandezas de distâncias percorridas para associar à grandeza de cada opção (velocidade) pensando no caso real de eu dar uma volta pela pista, como no caso de uma disputa ao vivo, que eu fosse competir, assumindo o lugar do corredor. |
| Proprioceptiva (tentativa de manipulação real do objeto) | Ve. (9 a, 4ª série), após ouvir o som da sirene passa o dedo indicador da mão direita pela pista, na tela do vídeo. Pesquisador: Ver, por que você está passando o dedo na tela? Ve. (9 a) : Para marcar (responder) ... Pesquisador: O que você vai marcar aí? O tempo? Ve. (9 a) : Não, onde ele pára! Pesquisador : Mas como você sabe passando o dedo? Ve. (9 a): Por que sei... Pesquisador: Mas, como é você sabe que ele vai parar aí? Ve. (9 a) : Ah! Por que sim... |
| Sincronismo (comparação de dois eventos isolados e/ou simultâneos) | An. (13 a, 7ª Série). Para resolver os problemas (...) utilizei a minha experiência prévia que um corredor de maratona que corre menos que um corredor de bicicleta e este menos que um de carro. Pensei sempre em termos do som da sirene. Tentei colocar os diversos tipos de corrida dentro do tempo do som da sirene. Para mim, contava a velocidade de arrancada do homem e da bicicleta quase como a mesma (...) a do carro era diferente. |
| | Sa. (13 a, 7ª série). Escolhi uma modalidade, contei o tempo enquanto a sirene tocava... Medindo mentalmente o tempo, ia até uma certa distância, visualmente e marcava a distância. Associei o som de cada buzina, nas modalidades diversas, ao som de uma pessoa correndo (...) ao som de andar de bicicleta e ao som de carro correndo. Se tocava mais ou menos, por comparação da duração do som eu ia para maior ou menor distância. Fiz a mesma coisa para todas as modalidades, escolhendo a maratona, a bicicleta e depois o carro. |

Ilustração 28. Síntese das Estratégias utilizadas pelos sujeitos frente ao desafio do Jogo da Distância.

| Categoria 2. Lógico-Matemática | |
|---------------------------------------|--|
| Identificação | Descrição/Destaques |
| Proporção | <p>Ti. (10 a, 5ª série): Eu conto a duração do som... o som pequeno vai de 7 até 8, o som maior vai de 15 a 17 e o som maior vai de 20 a 25. (sem unidades!)</p> <p>Pesquisador: Mas como relacionar ao homem a pé, de bicicleta e de carro? Ti: Ora, como eu sei que o homem corre menos que a bicicleta e que o carro, é só arrastar o mouse para a distância...</p> <p>Pesquisador: Como você raciocinou (pensou) para fazer o seu jogo? Al. (14 a, 8ª série): Durante o teste eu prestava muita atenção na duração do som. Usei uma contagem (simples) para medir o tempo da duração do som da buzina ... Pesquisador: Como uma contagem simples... Al: Ah! fiz uma proporção (matemática) para encontrar cada distância... menor para o homem a pé, média para a bicicleta e grande para o carro. ...</p> <p>El. (14, 8ª série). Comecei escolhendo a modalidade que deveria ser a menor, comecei pelo homem a pé. Marquei a primeira distância e a tomei como referencial, podendo as outras ser menor ou maior. A partir daí fiz a suposição de que o movimento deveria ser o mesmo. Assim, após marcar a primeira distancia para o primeiro tempo, fiz uma proporção simples entre o tempo e as distancias para cada modalidade.</p> |
| Multiplicação | <p>Ar. (10ª, 5ªsérie). A partir de uma estimativa de espaço percorrido pelo tempo, para cada tipo de móvel (corredor, ciclista, maratonista) fiz uma contagem mental do tempo do deslocamento e calculamos o produto aproximado.</p> <p>Ed. (14 a, 8ª série). Em primeiro lugar mentalizei, através do som, a noção de tempo aproximado do toque da sirene. Para tanto determinei, utilizando a regra do cento e um, cento e dois, cento e três ... três tempos de 3, 6 e 9 segundos. Escolhi em ordem crescente de velocidade (do mais lento para o mais rápido), os ícones para iniciar a competição, iniciando pelo homem a pé, bicicleta e finalmente o carro. Sabemos, através do modelo real de competições como olimpíadas, que os atletas correm em x segundos n metros. Para tanto, então, calculei aproximadamente a distância percorrida pelo atleta multiplicando o tempo pelo valor do distanciamento entre as suas velocidades. Para a bicicleta e o carro usei o mesmo raciocínio, apenas colocando as distâncias referentes atleta-bicicleta mais próximas que as consecutivas bicicleta-carro.</p> |
| Razão | <p>Al. (14 a, 8ª série) . O meu resultado foi obtido na base da imaginação. Bolar mais ou menos uma noção de determinado tempo para uma determinada distancia. O tempo, no caso, foi o barulho... Procurei marcar um tempo, contando como Segundos, um, dois, três (voz baixa) enquanto tocava a buzina. Depois levava o marcador. Era mais ou menos assim: encontrado o tempo na contagem estabelecia uma relação – tempo e percurso, por exemplo: 3 segundos, 100 metros e assim por diante.</p> |

Ilustração 29. Síntese das Estratégias utilizadas pelos sujeitos frente ao desafio do Jogo da Distância.

| Categoria 3. Lógico-Verbal | |
|----------------------------|---|
| Identificação | Descrição/Destaques |
| Fala Egocêntrica | Ma. (11 a, 5ª série). Fiz associação do som emitido e o reproduzi no pensamento... Ao ouvir o som, eu o acompanhava com a garganta e depois o reproduzia segurando o marcador na pista. No maratonista fiz o som de pessoa correndo, e parei junto com o som imaginário. No ciclista fiz um pouco mais que o no caso do maratonista e muito mais no caso do carro. Acho que o som é diferente (mais específico) no caso do carro e fica difícil pensar no caso do maratonista e do ciclista, por isso acho que meu resultado não foi muito bom... |
| Fala Silenciosa | Ca. (12a, 6ª série). Não me preocupei com o som propriamente... A única coisa que eu achei que devia me prestar atenção era no tempo, contando os segundo, mentalmente, falando comigo mesma, (internamente) e relacionando o tempo com a distância percorrida, em (metros).. |

Explicitação das estratégias utilizadas pelos Sujeitos

A amostra analisada, relativamente extensa para o experimento mas ainda pequena para que se permita considerações gerais, não permitiu que se apontasse as estratégias como exitosas ou sem êxito do ponto de vista estatístico. Na realidade estávamos mais interessados em desvendar os mecanismos de raciocínio dos sujeitos, enquanto estratégias para atacar o problema, do que em validá-las segundo acertos e erros. Por essa razão deixamos de apresentar percentuais referentes a cada núcleo de estratégias.

É necessário afirmar que não existem estratégias vencedoras, corretas ou mais apropriadas que outras. Este julgamento de valor não pode ser efetuado para o campo da psicologia do pensamento ou da Teoria Histórico Cultural, pois elas definem o estado mental de cada sujeito frente a um desafio específico, no qual os sujeitos responde-o da maneira mais adequada, segundo suas capacidades e operações ao seu alcance.

Estes processos são resultantes da interação do homem com o meio através da intermediação dos sentidos, adquiridos portanto, no embate com o mundo real,

através da experimentação. A este respeito, afirma Vygotsky (1996:35) que o sujeito ao resolver um problema é capaz de incluir estímulos que não se mostram à mão no seu campo visual imediato, para criar um plano de ação específico, procurando e preparando tais estímulos de forma a torná-los úteis para a solução da questão e para o planejamento de ações futuras, incluindo a fala, os olhos e as mãos.

Temos que ter em mente que os animais e o homem possuem instrumentos especiais – órgãos dos sentidos – que foram adquiridos e especializados ao longo da evolução, voltados para a recepção de um número de excitações. Por intermédio destas, formam-se as imagens sensoriais das propriedades da realidade sensível: a forma e o tamanho dos objetos, a distância que os separa entre si e do observador, seu peso, volume, cores e demais atributos que se consolidam como resultado da interação entre os receptores e o mundo.

O estímulo sonoro, o movimento, as imagens mentais das corridas internalizadas pela vivência diária da amostra, possibilitou o aflorar destas formas recorrentes de pensar para aplicá-las na resolução da situação problema apresentada pelo jogo da distância.

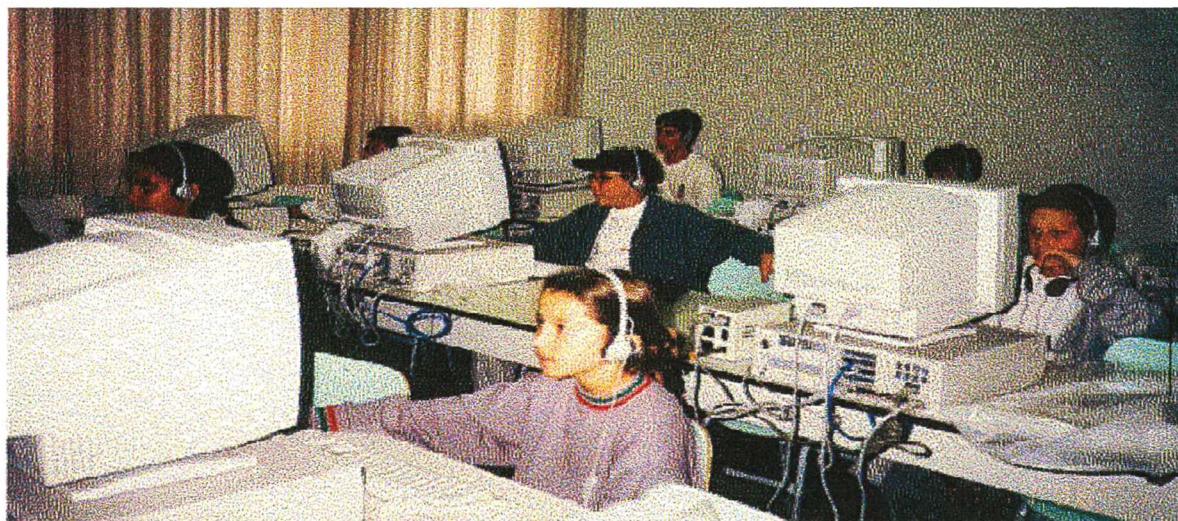


Ilustração 30. Alunos sob tensão no desafio do Jogo da Distância

Nas entrevistas que realizamos com as crianças, adolescentes e adultos que compuseram o universo/amostra de nossa pesquisa, ficou patente, para os mais jovens - crianças de ambos os sexos de 7 a 10 anos - a dificuldade de expressar verbalmente as suas ações mentais, isto porque, como afirma Vygotski (1989, p.93), no seu sistema

de dupla significação, um conceito surge primeiro como atividade interpessoal para depois ser apropriado e incorporado à dimensão intrapessoal.

Vale lembrar também o que nos indicou Binet, acerca da capacidade vocal das crianças e adolescentes: sujeitos de até 12 anos são, no máximo, capazes de descrições e só a partir dos 12 anos em diante tornam-se capazes de fornecer explicações e/ou interpretações.

Por esta razão, o diálogo com as crianças menores, entre 7 e 9 anos foi sempre muito difícil em função das descrições dos seus próprios pensamentos, daí porque demos especial preferência para o diálogo, à clientela de 12 a 14 anos.

De forma geral, a Teoria Histórico-Cultural pode iluminar este quadro para que possamos encontrar possíveis explicações para a utilização das estratégias descritas por parte dos sujeitos.

Esta impossibilidade temporária, evidentemente deverá ser superada, à medida em que as relações sociais tomam corpo, forçando o aparecimento mais fortemente da linguagem – o domínio dos signos e dos significados – que efetivamente ocorrem com a consolidação das funções psicológicas superiores.

Geralmente, podemos afirmar que a Propriocepção (o conjunto de sensações cinéticas que se motivam pela estimulação de receptores especiais - corpúsculos de Pacini; Galdoni - encontrados nos músculos e nos ligamentos) está estreitamente ligada aos exteroceptores. Exemplo disso, é a utilização do tato que possibilita a uso da mão sobre objetos, para a determinação da tensão, da brandura, da dureza, da lisura, da forma geométrica, da idéia de volume, da força necessária para mover, entre outras qualidades que adquirimos diretamente dos objetos.

O comportamento evidenciado por vários sujeitos, dentre os quais Ver (9 anos) que, após ouvir o som da sirene, passava o dedo indicador da mão direita pela pista de corrida, na tela do monitor, tem ligações mais profundas com os sistemas sensoriais como um todo, uma vez que une propriocepção e sensações cutâneas, de enorme significação para diferenciação tátil do espaço, como o demonstrou experimentalmente Ananiev (1967)

Ujtomskii, que desenvolveu a teoria reflexa do tato de Sechenov, apud Ananiev (1967, p.132-3) considerava a mão humana como um instrumento complexo do cérebro, ao mesmo tempo um órgão natural de trabalho e de conhecimento das

propriedades mecânicas, físicas e espaciais dos corpos materiais do mundo exterior, com a qual o homem trabalha com e como ferramenta.

Não podemos esquecer o salto de qualidade da humanidade ao deixar a posição de quatro patas e adotar a posição ereta, seja na movimentação arborial ou do andar no solo que nos legou a especialização da mão: sua evolução neuromotora, a qual estando colocada na extremidade dos membros superiores, justifica a evolução técnico-instrumental (Fonseca, 1989, p.39). Todavia, o papel da mão enquanto órgão de apropriação e relação direta com o mundo real foi significativo para o desenvolvimento psicológico do homem, pela transformação, construção e fabricação de instrumentos.(ibid. p.63).

Estudos demonstraram, principalmente em função da alfabetização para cegos, que são diferentes os complexos táteis das mãos. A mão direita, para destros, domina a sensibilidade cinestésica e a mão esquerda domina a sensibilidade tátil. Esta, na mão direita, tem o poder de diferenciação e de pressão (Ananiev, 1967, p.135). A diferenciação não ocorre hoje por acaso, mas sem dúvida, é resultado da especialização das mãos causada pelo trabalho, pois ao fazê-lo, o homem teve a necessidade de segurar, geralmente com a mão esquerda, os objetos sobre os quais atua, e com a destra, a ferramenta de atuação, movida por impulsos cinestésicos.

É importante salientar que o trabalho de Viecker (1967) que trata da teoria da imagem no tato, ressalta que o efeito dos reflexos do analisador tátil inclui componente ativos, passivos ou verdadeiramente pictóricos. Estes últimos, consequência direta da impressão do objeto, pois a trajetória, como característica vetora do movimento, como característica escalar do objeto, passa a ser um contorno (p.146). No presente caso temos uma figura virtual na tela do computador, um movimento que pode ser pictoricamente entendido a partir de uma trajetória que de certa forma pode ser “materializada”.

Assumimos o tato como um marcador dinâmico que assegura um relógio interno, na correlação entre a duração do toque da sirene e o percurso do móvel na pista, exercendo assim, uma associação cinemática do tempo.

Sincronismo (Centração pelo Som)

Quanto à centração pelo som, que denominamos de sincronismo, ela demonstra indiretamente o entendimento do tempo como grandeza qualitativa e quantitativa, (Marina, 10 a, 5ª série) ao afirmar ser fácil perceber as durações do som, indicando que o seu modelo mental de tempo é uma grandeza contínua, sem unidades, que se compara em duração.

Isaac Newton (1971), em sua teoria do tempo absoluto, no escólio de Principia (Mathematical Principles of Natural Philosophy) assim se expressa: o tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo, e por sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com coisa alguma externa, e por outro nome é chamado duração. E vai além, na tentativa de separar o tempo físico do tempo psicológico: o tempo relativo, aparente e comum é uma medida sensível e externa (quer seja preciso ou variável) da duração por meio do movimento, que é comumente usado em lugar do tempo verdadeiro, tal como uma hora, um dia, um mês, um ano ... (p.8)

Estas diferenças são sutis e acompanham o desenvolvimento da mente humana por muito tempo até que a descentração espaço-temporal seja conquistada. Assim mesmo, continuamos, embora sabendo distingui-las, a utilizá-las. Verifica-se que a duração separa dois instantes assim como a distância separa duas posições. Percebidas tais ligações, podemos expressar o tempo no nível da linguagem, utilizando uma ou outra conceituação (tempo/espaço), por exemplo quando nos referimos a estar a 100 km de um local ou a 1:00 hora de carro do mesmo.

Interessante notar que pautamos a nossa vida diária por relógios precisos, que nos impõe a vida social. Vivemos sob a égide de um tempo métrico, simbólico, particular, com o qual a nossa experiência subjetiva - o tempo de nossas sensações - não concorda. O tempo de espera numa fila de banco, por exemplo, parece infinito; já o que se destina àquilo que nos traz prazer, transcorre em segundos apenas. Porém, ao consultarmos o relógio nos damos conta que gastamos em cada evento, por exemplo 2 horas. Descrevemos o tempo simbólico do relógio como real e a nossa verdadeira percepção como ilusória.

Observa-se nos trechos dos diálogos que a preocupação inicial do sujeito está centrada no som, no tempo enquanto fenômeno que possui uma finitude, uma

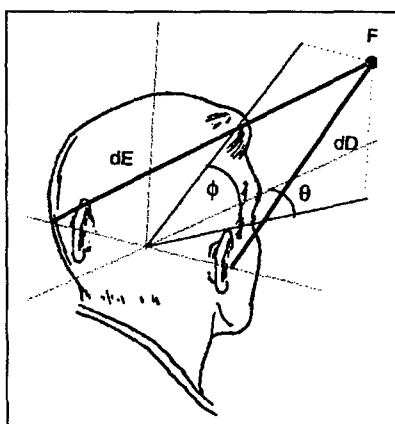
duração. Sabe-se que os sons das cordas vibrantes guardam entre si razões matemáticas conhecidas desde os pitagóricos [1 para 2 (oitava), 3 para 2 (quinta, etc)] e que constituem a fundamentação da escala musical ocidental, podendo ser uma pista para a centração sonora de eventos.

Verifica-se também que os estímulos sonoros que agem sobre o sujeito possuem sempre uma direção determinada, embora a busca da localização da fonte sonora no espaço seja uma atividade comandada pela audição bineural. É importante ressaltar que a primeira estação de processamento da informação auditiva é procedente do exterior e propagada pelo nervo auditivo. É o Núcleo Coclear, para onde convergem todos os aferentes da cóclea, que processa as informações acústicas bineurais, ou procedente dos dois ouvidos

Quando as informações auditivas chegam aos dois ouvidos, cada segmento axonal introduz um atraso Δt no sinal, que faz com que, se o sinal atrasado for o do ouvido esquerdo, o máximo do sinal será o do outro ouvido.

A posição da cabeça em função da fonte sonora pode ser determinante para a percepção do som. De acordo com Kovacs (1997:84-5), a capacidade de localizar a fonte sonora no espaço varia de acordo com a assimetria dos cones auditivos das conchas das orelhas e com tempo de duração do estímulo, em cálculos que, embora não complicados, deixamos ao leitor verificar na obra citada.

Ilustração 31. Audição bineural para a localização da fonte sonora F, mostra como calcular a defazagem entre os sons captados por cada orelha, conf. Kovacs, 1997, p. 85



Este processo de audição bineural pode ser determinante na assimilação e reconhecimento do som, nas modalidades randômicas de 2, 5 e 8 segundos. Em decorrência, uma parcela dos alunos de menor idade (7 a 9 anos) trocaram, no ato do reconhecimento, os sons mais curtos, invertendo, portanto, a estimativas de tempo que resultou em avaliações errôneas de espaço.

Vale a pena lembrar ainda que os mecanismos mais

aperfeiçoados dos órgãos da audição permitem a distinção do timbre (frequência fundamental) de diferentes instrumentos sonoros, de forma que algumas pessoas, como os afinadores de piano ou de violino, tendem a possuir a habilidade de melhor avaliar o tempo em função da duração de um som. Estas diferenças individuais concorrem para explicar a ocorrência de diferentes resultados.

Por último, devemos lembrar que esta estratégia vem sendo utilizada há muitos anos, inclusive por Galileu Galilei, quando formulou as leis do Isocronismo, a partir do episódio ilustrativo, do candelabro da catedral de Pisa.

Estratégias Lógico-Matemáticas

Quanto às estratégias Lógico-Matemática, verificam-se relatos bastante claros e objetivos. Os sujeitos utilizam artifícios claros enfocando relações matemáticas, proporções e razões, entre as variáveis avaliadas, inicialmente dominados pela estratégia geral do princípio da contagem.

Observa-se o uso da linguagem matemática – uma espécie de segunda linguagem, na acepção de Vygotski, bem definida, que permite supor a presença de conceitos científicos (física/matemática) mais elaborados. Portanto, não é demasiado supor o domínio pleno do simbólico que indica que estes sujeitos realmente compreendem, detêm, relacionam e incorporam ao seu referencial conceitual os conceitos físicos em questão: espaço, tempo e velocidade, a partir de outros conhecimentos científicos ou cotidianos.

Embora as estratégias lógico-matemáticas que foram explicitadas estejam colocadas em termos de razão, proporção e de multiplicação, como pano de fundo desta realidade encontra-se o princípio da contagem.

A contagem, que se evidencia nas práticas sociais, tem razões históricas. É uma necessidade que remonta às mais primitivas atividades humanas e, ao longo da história, foi sendo sistematizada a ponto de termos na atualidade um alto nível de formalização, uma linguagem universalmente aceita, como é, por exemplo, o sistema de numeração decimal. É esse o sistema de contagem, reelaborado na prática social local ao articular as operações aritméticas, que os sujeitos adotam como referência, um forte argumento para justificar o emprego maior, pelos sujeitos, da operação aritmética de multiplicação, dentre outras. (Damazio, 1999).

Parece óbvio e aceito sem muito estranhamento pelos adultos, que o tempo seja considerado uma entidade quantitativa que, mesmo passando contínua e incessantemente ao longo de nossas vidas, pode ser dividida em unidades como a hora, os minutos, os segundos, como deixou patente Isaac Newton. Verifica-se, portanto, que os numerais podem ser aplicados para quantificar as unidades para medir o tempo e que, por constituírem quantidades escalares, dois ou mais eventos de durações diversas quaisquer podem ser determinados pela operação de integração dos tempos, uma adição, multiplicação ou razão, por exemplo.

A contagem, para a medida do tempo, parece levar em consideração apenas inícios e finais dos eventos, orientando-se pela cronologia do evento, resultando em uma simplificação da informações a um nível ordinal. Daí porque as crianças de até 10 anos, que utilizaram a contagem simples – um, dois, três... - e que muitas vezes ultrapassam 10 contagens para o evento de tempo curto (2 s), não puderam explicar o que na realidade estavam medindo.

- Ti (10 a, 5ª série): *Eu conto a duração do som... o som pequeno vai de 7 até 8, o som um pouco maior vai de 15 a 17 e o som maior vai de 20 a 25 (sem unidades!).*
- Pesquisador: *Mas como você faz esta contagem se eu lhe afirmar que o som dura apenas 2, 5 e 8 segundos?*
- Ti: *(desconcertado) ...Ah!. Eu acho que não dura tão pouco assim, não! Vamos começar de novo...*

Evidenciou-se também o fato de que as crianças a partir de dez anos buscaram outras estratégias e possivelmente outras regras para resolverem o problema. Os trabalhos de Steffe, Von Glaserfeld, Richards; Cobb (1983); Wilkening, Levin; Druyan, 1987) apontam outras estratégias para o julgamento de tempo, porém tendo sempre como estratégia original a contagem simples e ritmada.

A este respeito, podemos nos reportar ao fato de n durações; no caso dos toques da buzina, quando são sucessivos podem ser entendidos como três eventos separados ou como um único evento, portanto, soma dos tempos. A tarefa totalitária pareceu de mais fácil entendimento e quantificação, uma vez que a criança a percebe na vida diária, com muito mais frequência; daí porque as adições de durações

sucessivas são mais facilmente assimiláveis do que a comparação de eventos com durações sobrepostas.

Mas há que se perguntar: como pode a quantificação do tempo ser realizada sem instrumentos especializados, por exemplo, um relógio? Levin, Wilkening et al. (1984) divulgaram, como resultado de seu estudo, que mais da metade das crianças de 10 anos de idade e quase a totalidade das mais velhas utilizaram-se da contagem simples espontaneamente para a estimativa do tempo. A contagem, portanto, implica em uma conceituação de tempo como uma quantidade que pode ser medida por intermédio de números discretos. A despeito do tempo, enquanto variável, pode ser entendido como de dimensão contínua; fica porém em aberto saber o que na realidade representa esta contagem explícita em unidades numéricas discretas.

Embora os alunos tentassem exprimir com palavras o que na realidade estiveram contando – se o tempo (duração) ou outra modalidade de percepção -, geralmente estes tempos não coincidem com o número de segundos que efetivamente são utilizados no experimento. Desta forma, pelos resultados encontrados, a contagem de per si não garante o julgamento de tempo correto, isto é, a contagem não reproduz realmente a duração exata do evento.

As estratégias Lógico-verbais

Neste ponto, devemos fazer uma parada para uma reflexão. Uma reflexão acerca do poder e evolução da linguagem e da comunicação; aspectos importantemente valorizados pela Teoria Histórico-Cultural, referencial que ilumina o presente trabalho.

Nos últimos anos temos convivido com crescentes modificações nos paradigmas¹ que regem as descrições do mundo. Dentre elas, podemos afirmar a reformulação progressiva do paradigma da linguagem. Se anteriormente a linguagem servia para descrever o mundo, hoje, sem dúvida, a linguagem cria o próprio mundo! E nessa perspectiva, o conhecimento não mais pode ser expresso pela relação sujeito-objeto, mas sobretudo, pela relação sujeito-sujeito, mesmo que o sujeito seja único e busque o entendimento de si mesmo.

¹ Adotamos a concepção de paradigma a partir de sua raiz grega do vocábulo, para designar modelos e teorias, em particular as emergentes, que visam à descrição de um fenômeno ou à compreensão de uma nova visão de mundo. Por exemplo, a teoria das Inteligências Múltiplas, de Gardner; a iridologia, a acupuntura computadorizada, dentre outras.

Vygotski nos informa que: *A cultura origina formas especiais de conduta, modifica a atividade das funções psíquicas, edifica novos níveis no sistema do comportamento humano em desenvolvimento (...) o homem social modifica os modos e funções, elabora e cria novas formas de comportamento especificamente culturais* (Vygotski, 1995, p.34).

O desenvolvimento geral de que nos fala Vygotski, incluindo o desenvolvimento orgânico e mental, supõe que o homem, na faixa etária de abrangência desta investigação, esteja solidificando as suas funções psíquicas pela via do desenvolvimento cultural.

A linguagem, sem dúvida a linguagem falada, é sinalizadora do desenvolvimento do sujeito. Para Vygotski, a fala egocêntrica e a fala silenciosa, enquanto modalidades de linguagem, possuem, cada uma, seu valor para o desenvolvimento da psique.

A fala egocêntrica é um meio termo entre uma intenção e a atividade consciente. E o aflorar desta espécie de linguagem é o sinal inequívoco de que o sujeito inicia um ato consciente para a sua própria superação. Ela amadurece o problema, facilita o plano de ataque e possibilita uma solução efetiva para o problema que se enfrenta. Esta espécie de linguagem é incompreensível para o outro, pois é truncada, flui aos saltos... só tem significado para si, representa a passagem do plano intersíquico para o intrapsíquico. Todavia ela não é desligada da realidade, de sua atividade prática, embora elemento imprescindível para as atividades mais complexas, plenamente racionais, levará ao desenvolvimento da linguagem (falada, escrita, matemática).

Vygotski (1993, p.307) nos informa também que a linguagem externa é o processo de transformação do pensamento na palavra, sua materialização e objetivação. A linguagem interna é um processo de sentido oposto, que vai de fora para dentro, um processo de evaporação da linguagem no pensamento. A passagem dos processos socializados para os processos internos, isto é, a saída da experiência socializante para a experiência individualizada, é um processo de maturação das funções psicológicas superiores.

Não podemos esquecer aqui o papel da educação escolar como ambiente por excelência para o aprimoramento das funções psicológicas superiores dos indivíduos. Porém, é estranho, no mínimo, o não aproveitamento das sensações ao

longo do processo ensino/aprendizagem, principalmente pelas disciplinas de conhecimento dependente, desde a partida, dos conceitos primitivos em discussão, como a Física.

Não se trata de discordar de Bachelard (1996), que afirmou ser o sensitismo a porta dos obstáculos ao conhecimento. Preferimos supor que os problemas e não raro os equívocos desta questão epistemológica central não são minimamente contemplados nos cursos de formação docente. Daí a escola e seus professores não serem capazes de trabalhar construtivamente o confronto entre o conhecimento cotidiano (adquirido por esta via) e o conhecimento científico, descontextualizado e mais elaborado, para superar as limitações impostas pelos órgãos dos sentidos. Como primeiros mecanismos analisadores da realidade ampla e complexa pelo sujeito epistêmico, os sentidos parecem constituir portas e janelas com resultados de aprendizagem significativa, muitas vezes conflitiva com o conhecimento mais aceito da ciência moderna. Por vezes, parece que esta aboliu aqueles, por outras, o professor respeita as concepções alternativas sem saber por onde o conflito deve caminhar e, conseqüentemente, superá-lo minimamente.

Vale lembrar que a aprendizagem eficiente (e eficaz) não é concebida sem a vivência, pois não se apreende uma realidade estranha, distante, intangível. E haveria uma outra forma de vivenciar a realidade sem a concorrência dos sentidos, das sensações e percepções que fazem a ligação entre o mundo fenomênico e o mundo da mente? Haveria uma razão tão racional a ponto de prescindir de uma experiência primeira?

4. Atividade e Motivos

De acordo com Leontiev (1978), a atividade animal é caracterizada pelo imediatismo da ação ou do ato de agir, isto é, trata-se de uma relação imediata entre o objeto da atividade e a necessidade orgânica que o leva à ação. Portanto, se um animal tem fome, ele age, imediatamente, procurando comida. Se a encontrar, ação efetuada, gera satisfação da necessidade geratriz.

Afirma ainda que a atividade humana, em contrapartida à atividade dos outros animais, caracteriza-se por ser consciente. Esta característica é fundamental para a diferenciação do homem entre todos os animais, pois o animal identifica-se e

submete-se às suas atividades vitais, enquanto o homem pode, conscientemente, segundo a sua vontade, subjugar-las.

Na sua obra clássica *O desenvolvimento do psiquismo*, Leontiev nos brinda com um exemplo de atividade – a participação de um caçador em uma caçada coletiva.

Caçadores primitivos estão reunidos para uma caçada. Um deles será o batedor – aquele que tem como função “levantar” a caça - e a guiará para um determinado local onde outros caçadores, que estarão previamente à espera, a abaterão. A atividade do batedor pode estar estimulada pela necessidade de alimento (carne) ou de vestimenta, que poderá ser satisfeita com a pele do animal. Mas para onde orientar-se realmente a sua atividade? Assustar a caça e dirigi-la para o ponto de abate. Aqui, em função da atividade social, do grupo, cessa a atividade do batedor. O restante do grupo fará o resto – o abate do animal.

Verifica-se que o resultado da atividade do batedor não leva à satisfação imediata de suas necessidades (fome, pele), pois sua atividade, seus processos, estiveram orientados para algo que não coincide com o seu motivo. Como o objeto e o motivo da atividade do batedor não são coincidentes, afirma Leontiev (1978, p.77) que ele executou uma ação dentro da atividade geral, complementando: *a caçada é a atividade; levantar a caça é uma ação.*

Portanto, a separação entre o motivo e o objeto da atividade fornece os procedimentos que serão realizados ao longo da própria atividade, as ações que serão efetuadas em função da divisão do trabalho, da especialização dos sujeitos, de suas habilidades e competências.

Entendendo de forma geral que uma atividade é uma seqüência de atos que possui um motivo e um objetivo não coincidentes (Leontiev, 1978, p.93-4), sendo dividida em um conjunto de ações ou procedimentos segundo a vontade de quem a realiza, a THC afirma as seguintes modalidades: o trabalho, o ensino formal e o jogo.

Assim, a atividade de jogar o *jogo da distância*, instrumento de interação entre o sujeito e o computador, na perspectiva do pesquisador, tem como objetivo a coleta de dados. Supõe um conjunto de ações efetuadas pelo indivíduo que se submete ao teste:

- a) A identificação, que tem como meta o fornecimento dos dados pessoais;

- b) A escolha da seqüência dos móveis que participarão da corrida, cuja meta visa à discriminação das velocidades;
- c) A atenção voluntária aos estímulos sonoros nas suas gradações, cuja meta corresponde à quantificação do tempo enquanto duração.

Ao final, a atividade de jogar o *jogo da distância* que tem como objetivo fornecer os dados organizacionais da consciência em função de tempo, espaço e velocidade, culminando com a integração de várias ações com objetivos determinados, cada uma representando um conjunto de operações como ouvir, marcar, internalizar, mover o mouse, etc, que depende, em função de suas decisões, do sujeito que efetua o jogo.

Mas a atividade muda de sentido e de objetivo, portanto, em função do sujeito que a realiza ou executa. No presente caso, os desempenhos foram crescentes em função da idade, partindo de insucessos até a plenitude aos 12 anos, mantendo-se, embora com certa queda de qualidade, aos 13 e 14 anos.

O importante aqui, quando tratamos de resultados da pesquisa, é enfocar os motivos que levaram os sujeitos aos seus desempenhos, na tentativa de entender e justificá-los a partir de três categorias:

- nível 1 (crianças de 7 a 9 anos);
- nível 2 (crianças de 10 a 12 anos);
- nível 3 (crianças de 13 a 14 anos).

Verifica-se que as crianças menores, nível 1, estiveram sempre atraídas pela perspectiva lúdica do jogo. Elas não conseguiram, por incapacidade temporária relacionadas ao desenvolvimento, enxergar para além do lúdico o próprio teste que realizavam. Quase sempre não respeitavam as normas do jogo e assim poucos puderam perceber as relações entre o som e as demais variáveis envolvidas. Para esta classe, o motivo que as movia era o lúdico, cuja atividade esgotava-se em si mesma.

Para os sujeitos do nível 2, a vontade de mostrarem-se capazes de enfrentar situações novas e de manipular a própria máquina, isto é, desafios, parece ter dominado a atividade dos sujeitos. Atitude de desafio aliada à aprendizagem cotidiana e o conseqüente desenvolvimento intelectual adquirido dentro e fora da escola talvez expliquem o alto percentual de sucesso atingido por essa faixa etária. A preocupação

demonstrada com o certo e o errado, evidenciada por grande parcela destes sujeitos, permite inferir que eles encaravam o jogo como uma atividade de trabalho, cujo desempenho deveria ser avaliado.

Os sujeitos do nível 3, embora solícitos e cordatos, não demonstraram valorizar a atividade. Jogaram como se cumprindo uma certa obrigação. Embora mais rápidos em termos de tempo de resposta, não alcançaram os melhores índices de sucesso. A aparente apatia frente ao jogo levou-nos à suposição de que os sujeitos já dominavam os conteúdos espaço-temporais. Este domínio, adquirido por experiências diretas, fez com que o jogo não apresentasse para eles nenhum desafio estimulante; cumprida a tarefa, cessava a responsabilidade.

Podemos concluir, então, que os desempenhos dos sujeitos estiveram intimamente ligados aos motivos que os guiaram na atividade: o lúdico, o desafio e o domínio do conhecimento/conteúdo.

Este resultado parece confirmar os estudos de Alvarez; Del Rio (1996, p.89-90), quando afirmaram que os motivos mudam com a idade, independentemente da capacidade cognitiva dos sujeitos ao longo dos níveis escolares, mormente durante o seu desenvolvimento cultural, marcado pelos períodos estáveis, denominados:

- a) 3 a 7 anos – Idade pré-escolar;
- b) 7 a 13 anos – Idade escolar;
- c) 13 a 17 anos – Adolescência

As diferenças que se podem notar entre as duas classificações (a nossa e a dos autores citados) podem ser consignadas por conta dos critérios e escolhas metodológicas dos objetos das próprias pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A .R. *O jogo de regras no contexto escolar: uma análise na perspectiva construtivista*. Dissertação de mestrado. São Paulo. USP, 1993
- ADROVER, J. F.; DUARTE, A. El uso de analogias en la enseñanza de las ciencias. In. *Programa de estudios cognitivos*. Instituto de investigaciones Psicologicas.
- ALMEIDA, M.J.P.M. Mediation by texts and teachers representations in Physics education. In: BERNARDINI, C. et Al. (eds). *Thinking Physics for teaching*. N.Y.:Plemum Press, p.413-418, 1995.
- ALVAREZ, A.; DEL RIO, P. Educação e desenvolvimento: a teoria de Vygotski e a Zona de Desenvolvimento Próximo. In COLL, C; PALACIOS, J; MARCHESI, A. *Desenvolvimento psicológico e educação*. Porto Alegre : Artes Médicas, v. 2, 1996.
- AMBER, R. *Cromoterapia. A cura através das cores*. São Paulo : Cultrix, 1995.
- ANANIEV, B.G. Sobre la teoria del sentido del tacto. In: *Psicologia Sovietica contemporanea*. Habana: Instituto del libro, 1967.
- ANTUNES, C. *Jogos para a estimulação das inteligências múltiplas*. Rio de Janeiro : Vozes, 1999.
- ARANHA, M.L.A.; MARTINS, M.H.P. *Filosofando. Introdução à Filosofia*. São Paulo : Ática, 1992.
- ARIÉS, P. *História social da criança e da família*. Rio de Janeiro : Zahar, 1981.
- BALDUS, H. O conceito do tempo entre os índios do Brasil. *Revista do Arquivo Municipal*. São Paulo : Prefeitura Municipal de São Paulo, v.61, p.87-94, 1940.

- BENJAMIN, W. *Reflexões: a criança, o brinquedo e a educação*. São Paulo : Summus Editorial, 1984.
- BERG, R. E.; STORK, D.G. *The physics of sound*. New Jersey: Practice Hall, Inc., 1995.
- BEVERIDGE, W.I.B. *Sementes da descoberta científica*. São Paulo : Edusp, 1981.
- BLATT, F.J. *Principles of Physics*. Boston: Allyn and Baccon, 1984.
- BRONOWSKI, J. As origens do conhecimento e da imaginação. Brasília : UnB, 1997.
- BROUGERE, G. Que peut le jeu. In: *Etudes et documents*. Département des Sciences du jeu. Université Paris-Nord, p.29-39, 1989.
- BRUCE, V.; GREEN, P.R. *Visual perception*. London: Lawrence Erlbaum, 1990.
- BURTT, E.A. *As bases metafísicas da Ciência Moderna*. Brasília : UnB, 1991.
- BUZZI, R. *Introdução ao pensar*. Petrópolis : Vozes, 1992.
- CABRAL DA COSTA; MOREIRA, M.A. Resolução de problemas I. Diferenças entre novatos e especialistas. *Investigação em ensino de ciências*. 1 (2): 176-192, 1996.
- CADZEN, C.B. Performance before competence: assistance to child discourse in the zone of proximal development. *The Quarterly Newsletter of the Laboratory of comparative human cognition*, 3 (1):5-8, 1981.
- CARRETERO, M.; GARCIA MADRUGA, J. (Eds). *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza, 1984.
- CHANGEUX, J-P.. *O homem neuronal*. Lisboa : Publicações Dom Quixote, 1991.
- CLARCK, L.; MARTINI, Y. *A vibração das cores*. São Paulo : Pensamento, 1976
- COMPERÈ, G. *El desarrollo mental y moral del niños*. Moscu, 1912.

- CORTELAZZO, I.B.C. Os alicerces da educação e a comunicação assistida pelo professor. In: *Anais do ENDIPE*. Florianópolis . Gráfica da UFSC, 1997.
- D'AMARO, P. Violência proibida. In: *Época*, ano II, n.83, de 20 de dezembro. Rio de Janeiro : Globo, 1999.
- DAMAZIO, A.. *O processo de apropriação do conhecimento da cotidianidade aos conceitos matemáticos*. Tese de doutorado – em andamento. CED/UFSC.
- DAVIES, P. C.W. *O Enigma do Tempo*. Rio de Janeiro : Ediouro, 1998.
- _____. *El espacio y el tiempo en el universo contemporaneo*. Mexico : Fondo de cultura, 1986.
- DAVIS, C., SILVA, M^a A. S., ESPÓSITO, Y. L. Papel e Valor das interações Sociais em Sala de Aula. In: *Cadernos de Pesquisa n^o 71*. São Paulo: FCC, p.49-54, 1989.
- DAVYDOV, V.V. *Tipos de generalizacion de la enseñanza*. Habana : Pueblo e educación, 1982.
- DEL NERO, H.S. *O sítio da mente*. São Paulo : Collegium cognitio, 1997.
- DESCARTES, R. *Discurso do método*. Coleção os Pensadores, Rio de Janeiro : Civita, 1983.
- DEWEY, J; DEWEY E. *Schools of Tomorrow*. New York : E.P.Dutton; Co., 1924.
- DEWEY, J. *How we think*. New York : E.P.Dutton; Co., 1910.
- DIAS, A. G. *Poesias Completas*. São Paulo : Saraiva, 1957.
- DIAS,C; AGUERRE, G. Brincando com fogo. In: *Superinteressante*. jun., p.28-35, 1999.
- DOUGLAS, William. *Como passar em provas e concursos*. Rio de Janeiro : Impetus, 1999.

- DRIVE, R.; GUESNE, E.; TIBERGIEN, A. *Children's ideas in science*. Milton Keynes : Open University, 1986.
- EDDE, Gérard. *Cores para a sua saúde*. São Paulo : Pensamento, 1982.
- ELKONIN, D.B. *Psicologia del juego*. Madris : Pablo del Rio, 1980.
- ESCUADERO, C. Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3ºano. Caraterización a través de entrevistas. *Investigação em ensino de ciências*. 1 (3):247-256, 1996.
- FANTINI, M. *Jogo, brincadeira e cultura na educação infantil*. Dissertação de Mestrado. CED/UFSC, Florianópolis, 1996.
- FARACO, C.; MOURA, F. *Para gostar de escrever*. São Paulo : Ática., 1987.
- FERREIRA, M.A.; TERRAZAN, E.A. O valor educativo do jogo no ensino de ciencias biologicas. In: *Espaços da Escola*. Ijuí : Unijui, 4(27):53-59, 1998.
- FONSECA, V. *Desenvolvimento humano*. Lisboa: Editorial Notícias., 1989.
- FOUILLÉ, A. *Física das Vibrações* (4 volumes). Porto Alegre : Globo, 1991.
- FRANCELLO, O. *O caminho das ciências das estrelas à vida*. Lisboa : Presença, 1995.
- FREUD, S. Lá creation littéraire et le rêve éveillé. In: *Essais de psychanalyse appliquée*. Paris : Gallimard, 1973.
- FROTA, P.R.de O.; MENDES SOBRINHO Distância, velocidade e tempo: um evolução conceitual. *Alcance*. 5(1):63-74, 1998a.
- _____. *Ensino de Ciências – Texto e contextos*. Florianópolis : Marte, 1998b.
- FROTA, P.R. de O. Avaliação do professor de física da rede de 2º grau, a partir de comportamentos evidenciados em sala de aula. *Alcance*. 4(2):44-51, 1999.

- _____. Em busca de um novo paradigma para a formação de licenciados em Ciências. *Alcance*. 5(3):14-23, 1998a.
- _____. The construction of concepts of space, time and motion in the perspective of the general theory of activity – contributions from Cultural Historical Psychology. In. *Abstracts* (p.439-10) – Fourth Congress of the International Society for Cultural Research and Activity Theory. University of Aarhus, Denmark, 1998b.
- GALPERIN, P.Ya. Tipos de orientación y tipos de formación de acciones y de los conceptos. In: *Informe de la Academia de Ciencias Pedagógicas de la RSFSR*. Moscú, 1959.
- GARDNER, H. Inteligências Múltiplas – a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas.
- GARNIER, C.; BEDNARZ, N.& ULANOVSKAYA, I. Após Vygotski e Piaget. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GASPAR, A. *A Teoria de Vygotsky e o ensino de física*. Trabalho apresentado no IV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis, maio de 1994.
- GIDDENS, A. *As consequências da modernidade*. São Paulo : Unesp, 1991.
- GIMBEL, T. *A energia curativa através das cores*. São Paulo : Pensamento, 1980.
- GIORDAN, A. ; VECCHI. *As origens do saber*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1987.
- GLEISER, M. *A dança do universo*. São Paulo : Cia. das Letras, 1997.
- GUILLON, A.B.B; MIRSHAWKA, V. *Reeducação*. São Paulo : Makron Books, 1994.
- HANNOUN, H.. *El niño conquista el medio*. Espanha : Kapelusz, 1982.
- HEDEGAARD, M. A Zona de desenvolvimento proximal como base para a instrução. In: MOLL, L.C. *Vygotsky e a educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

- HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. *La ciencia de los alumnos*. Barcelona : MEC, 1988.
- HOLLIDAY, W.G. et al. The reading Science learning-writing connection breakthroughs, Baniers and Promises. *Journal of Research in Science theaching*. v. 31(9), p.877-893, 1994.
- HODGKIN, A. L. & HUXLEY, A. F. Quantitative description of membranecurrent and its application to conduction and excitation in nerve. In. *Jour. Physiol.* 177:500, 1952.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo : Perspectiva, 1990.
- INKPEN, K., BOOTH, K.S., GRIBBLE, S.D.; KLAWE, M. Give and take: children collaborating on one computer. In.: *CHI'95 Proceedings*. Bristol, UK, 1995.
- ISAACS, Alan; PITT, Valerie. *Física*. São Paulo : Melhoramentos, 1976.
- KISHIMOTO, T.M. O Brinquedo na educação - Considerações históricas. In: *Idéias*. São Paulo : FDE. (7):39-45, 1990.
- KLOTSCHÉ, C. *A medicina da cor*. São Paulo : Pensamento, 1997.
- KNELLER, George F. *Arte e ciencia da criatividade*. São Paulo : Ibrasa, 1978.
- KOVÁCS, Z.L. *O cérebro e a sua mente*. São Paulo : Edição Acadêmica, 1997.
- KOZULIN, A. *La Psicologia de Vygotski*. Madrid : Alianza, 1994.
- KRUPSKAIA, N.K. *Obras pedagógicas*. Ed. de la ACP de la RSSFR, Moscú, 1959
- LAWSON, A .E..The importance of analogy: a prelude to the special issue. In *Journal of Research in Science Teacher*. 30 (10):1213-4., 1993.
- LEMKE, J.L. *Talking science: language, learning and values*. N.Jersey : Alex Pub. Co. Norwood, 1993.

- LEONTIEV, A.I. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa : Horizonte universitário, 1978.
- LESTER, F.K. Trends and issues in mathematical problem solving research. In: LESH, R.; LANDAU, M. (Eds.). *Acquisition of mathematical concepts and processes*. New York : Academic, 1983.
- LEVIN, I.; WILKENING, F.; DEMBO, Y. Development of time quantification: Integration of beginning and endings in comparing durations, In: *Child Development*, 55:2160-2172, 1984.
- LURIA; YUDOVICH.. *Linguagem e desenvolvimento intelectual na criança*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1987.
- LÚRIA, A .R. *Cognitive Development: its cultural and social foundations*. Boston : Harvard University, 1996.
- _____. *Curso de psicologia geral*. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, v.1, 1994.
- _____. *Curso de psicologia geral*. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, v.2, 1991.
- MAKARENKO, A .S. *Obras*. 4 t. Moscou : De la ACP de la RSSFR., 1957.
- MARTINS, R. de A. *O universo, teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo : Moderna., 1994.
- MATUI, J. *Construtivismo. Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino*. São Paulo : Scipione, 1996.
- MAYER, R. *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona : Paidós, 1983/86.
- _____. *The promise of cognitive psychology*. New York : Freeman, 1981.
- MEIRIEU, P. *Aprender ... sim, mas como?*. Porto Alegre : Artes médicas, 1998.
- MILLER Jr, F; DILLON, T.J; SMITH, M.K.. *Concepts in physics*. New York : Harcourt Brace Jovanovich, inc, 1974.

- MOLES, A. *A Criação científica*. São Paulo : Perspectiva, 1981.
- MONOD, J. *O acaso e a necessidade*. Rio de Janeiro : Vozes, 1976.
- MORATO, P.P. *Robótica Pedagógica e a construção de conceitos espaciais*. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa. Tese de Doutorado, 1996.
- MOREIRA, M.A Modelos mentais. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3):193-232, dez.,1996.
- NEWMAN, F.; HOLZMAN, L. Lev Vygotski, revolutionary scientist. London : Routledge, 1993.
- NEWTON, I. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc., 1971
- NEWTON, I. *Óptica*. São Paulo : Edusp, 1996.
- OKUNO, E; CALDAS, I.L.; CHOW, C. *Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo : Harbra, 1986.
- OSBORN, F. *O poder criador da mente*. São Paulo : Instituição brasileira de difusão cultural, 1975.
- OSTROWER, F. *Criaatividade e processos de criação*. Rio de Janeiro : Imago, 1977.
- PARKER, S. *O Encéfalo e o sistema nervoso*. São Paulo : Scipione, 1992.
- PASTERNAK-PESSIS, G. *Do caos à inteligência artificial*. São Paulo : Unesp, 1992.
- PEARCE, W.B. Novos modelos e metáforas comunicacionais: a passagem da teoria á prática, do objetivismo ao construtivismo social e da representação á flexibilidade. In: SCHNITMAN, D.P.(Org.). *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1994.
- PEDUZZI, L. O. Q. *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica*. Programa de Pós-

Graduação em Educação – Ensino de Ciências, Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

PEREZ ECHEVERRIA, M.P. *Psicología del razonamiento probabilístico*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1990;

PETRY, R.M. *Educação física e alfabetização*. Porto Alegre : Kuarup, 1988.

PINKER, Steven. *Como a mente funciona*. São Paulo : Cia. das Letras, 1999.

PINTO, J.A.N. *Abordagem do ato de criatividade serendipítica segundo características próprias de comportamento do indivíduo*. Florianópolis/UFSC. Tese de Doutorado, 1996.

PLEJANOV, G.V *Obras filosóficas escogidas*. T.V. Moscou, 1958.

POINCARÉ, H. *O valor da ciência*. Rio de Janeiro : Contraponto., 1995.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro : Interciências., 1986.

POZO, J.I (Org). *A solução de problemas*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1998.

_____; POSTIGO, Y. Las estrategias de aprendizagem como contenido del currículo. In: MONEREO, C.(Ed.). *Estrategias de aprendizagem, procesos, contenidos e interacion*. Barcelona : Domenech, 1993.

PUCHKIN, V.N. *Heurística: a ciência do pensamento criador*. Rio de Janeiro : Zahar, 1976.

RAO, L. La science cognitive et la Psycholinguiste. In: *La science cognitive, Revue Internationale des sciences sociales*. L'Organization Internationale Unies pour L'Education, la Science et la culture., v. XL, n.1, p.123-136, 1988.

RATNER, C.A. *Psicologia socio-histórica de Vigotsky*. Aplicações contemporâneas. Porto Alegre : Artes Médicas, 1995.

RIDLEY, B. K. *Tiempo, espacio y cosas*. Mexico : Fondo de cultura económica, 1989.

- ROBERTS, R.M.. *Descobertas acidentais em ciências*. Campinas : Papyrus, 1993.
- ROSA, P.R.S.; MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. Alunos bons solucionadores de problemas de Física: caracterização a partir de um questionário para análise de entrevistas. *Rev. Bras. de Ens. de Física*, 14 (2):94-100, 1992.
- ROUSSEAU, J-J. *Emílio ou da Educação*. Rio de Janeiro : Difel, 1982.
- SANZ, A. *Razonamiento proporcional e influencia del contenido: un estudio en el campo de la química*. Memoria de Licenciatura: universidad Autonoma de Madrid, 1991.
- SAPIR, E. The unconscious patterning of behavior in society. In: *B.Blount (org). Language, culture, and society*. Massachussetts : Winthrop, 1974.
- SCHEERER, E. Esquisse d'une histoire de la science cognitive. In. *Revue Internationale des Sciences sociales*.. L'Organization Internacionale Unies pour L'Education, la Science et la culture. v. XL, n.1, p.7-22, 1988.
- SCHENEK, C. *O computador na classe*. Lisboa : Editorial Presença, 1987.
- SCHIFFMAN, H.R. *Sensation and perception*. New York : Wiley, 1990.
- SCHILLER, F. *Cartas sobre la educación estética del individuo*. Leningrado : Moscú, 1935.
- SMIRNOV, A.A., LEONTIEV, A.N., RUBINSTEIN, S.L., TIPLOV, B.M. *Psicologia*. Habana : Ediciones Pedagogicas, 1961.
- SPENCER, H. *Fundamentos de la Psicología*. San Petersburgo, 1897.
- STEFFE, L.P., von GLASERSFELD, E., RICHARDS, J.; COBB, P. *Children's counting types*. New York : Praeger, 1983.
- STRADELLI, Ermano. Vocabulário da lingua geral português-nheêngatu e nheêngatu-português. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, Rio de Janeiro, t.104, v.158, 1929.

- SZAMOSI, G. *Tempo; Espaço – As dimensões gêmeas*. Rio de Janeiro : Zahar, 1988.
- TAYLOR. C.W. *Criatividade, progresso e potencial*. São Paulo : Ibrasa, 1976.
- TEIXEIRA, J.F. *Mentes e máquinas*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1998.
- THAGARD, P. *Mente. Introdução á ciência cognitiva*. Porto alegre : Artes Médicas, 1998.
- THOMPSON, Edward P. *Tradición, revuelta y consciencia de clase*. Barcelona : Editorial Critica., 1982.
- TORRANCE, E. P. *Criatividade, medidas, testes e avaliações*. São Paulo : Ibrasa, 1976.
- TUDGE, J. Vygotski, a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: MOLL, L.C.. *Vygotski e a educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- USOVA, A. P. *La Enseñanza en el círculo infantil*. Habana : Pueblo y Educación, 1976.
- VALENTE, J.A.(Org.). *Computadores e conhecimento : repensando a educação*. Campinas : Gráfica da Unicamp, 1993.
- VIEKKER, L.M. Algunos problemas teóricos de la imagen en el tato. In: *Psicologia soviética contemporánea*. Habana : Instituto del libro.1996.
- VSEVOLODSKI-GUERNGROSS et al. *Los juegos del pueblos de la URSS*. Moscu, 1933.
- VYGOTSKI L.S. *A formação social da mente*. São Paulo : Martins Fontes, 1996.
- _____. Desarrollo de los intereses en la edad de transición. In: *Obras escogidas*, tomo IV. Madrid : Visor, 1996.

_____. Analise das funções psíquicas superiores. In: *Obras Escogidas*, tomo III, Madrid : Visor, 1995.

_____. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

_____. Estudio del desarrollo de los conceptos científicos en la edad infantil. In: *Obras Escogidas*, tomo II. Madrid : Visor, 1993.

_____. Sobre el artículo de K.Koffka la introspección y el método de la psicología. A modo de introducción. In: *Obras escogidas*, tomo I. Moscú : Pedagógica., 1991.

_____. *Pensamento e Linguagem*.. São Paulo : Martins Fontes, 1989.

_____. The historical meaning of the crisis in psychology. In: A.R.LURIA; M.G.IAROSHESKI (Eds.), *The collected works of L.S.Vygotski*. Moscow : Pedagogik, 1982.

_____. The Question of multiculturalism in childhood. Moscow : State Publishing house, 1935.

WERTHEIMER, M. *Productive Thinking*. New York : Harper Pub., 1945.

WERTSCH, J. *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor, 1995.

WILKENING, F. Integrating velocity, time, and distance information: a developmental study. In: *Cognitive Psychology*, 13:231-247, 1981.

_____, LEVIN, I., & DRUYAN. Childre's counting strategies for time quantification and integration. In: *Developmental Psychology*, 23 (6):823-831, 1987.

WUNDT, G. *Etica*. San Petersburgo, 1887.

ANEXO

CD-ROM do *Jogo da Distância* – game multimídia produzido como instrumento de coleta de dados para a Pesquisa : **Velocidade, Espaço e Tempo – Uma investigação da atividade cognitiva a partir de estímulos sensoriais mediados pelo computador.** Desenvolvido com financiamento dos programas CAPES/PADCT/SPEC e CNPq.

Manual de Instalação

1. Colocar o CD-ROM no drive apropriado
2. Chamar o Windows Explore
3. Verificar a existência dos ícones JOGO DA DISTÂNCIA e JOGO DAS ÁGUAS
4. Copiar para o HD ou
5. Dar dois cliques com o mouse sobre o ícone desejado.

A Partir da abertura da primeira tela (Figura a seguir), o programa fluirá com a interação do usuário.



6. Para sair do programa, a qualquer tempo, clicar sobre o botão sair.