

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TESE DE DOUTORADO

**RACIOCÍNIO LÓGICO E O JOGO DE XADREZ: EM BUSCA DE
RELAÇÕES**

Autor: Wilson da Silva

Orientador: Profa. Dra. Rosely Palermo Brenelli

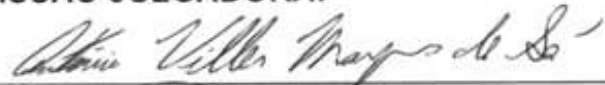
Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida
por **Wilson da Silva** e aprovada pela Comissão Julgadora.


Data: 23/02/2010


Assinatura: 

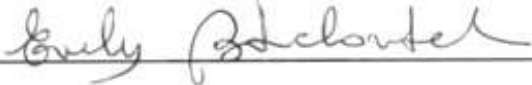
Orientadora

COMISSÃO JULGADORA:









© by Wilson da Silva, 2010

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca
da Faculdade de Educação/ Unicamp**

Bibliotecária: Rosemary Passos – CRB-8ª/5751

Si38r	<p>Silva, Wilson da. Raciocínio lógico e o jogo de xadrez : em busca de relações / Wilson da Silva. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.</p> <p>Orientador : Rosely Palermo Brenelli. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.</p> <p>1. Xadrez – Jogos. 2. Pensamento (Psicologia). 3. Cognição. I. Brenelli, Rosely Palermo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">09-327/BFE</p>
-------	---

Título em inglês: Logical reasoning and the game of chess: in search of relations.

Keywords: Game of chess; Thought (Psychology); Cognition.

Área de concentração: Psicologia Educacional

Titulação: Doutor em Educação

Banca examinadora: Prof^a. Dr^a. Rosely Palermo Brenelli (Orientador)

Faculdade de Educação, Unicamp

Prof. Dr. Lino de Macedo

Instituto de Psicologia, USP

Prof.^a Dr.^a Evely Boruchovitch

Faculdade de Educação, Unicamp

Prof.^a Dr.^a Regina Celia Grandó

Universidade São Francisco, USF

Prof. Dr. Antônio Villar Marques de Sá

Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, UnB

Data da defesa: 23/02/2010

Programa de Pós-Graduação: Educação

Email: wilsilva@onda.com.br

Dedico este trabalho às seguintes pessoas:

Para minha esposa Virginia Roters da Silva, que é a pessoa responsável pelas melhores coisas que aconteceram na minha vida, e que proporcionou a tranqüilidade necessária para que eu pudesse desenvolver esta pesquisa.

Para meu filho Eduardo Roters da Silva, a minha fonte constante de inspiração, sobretudo nos momentos mais difíceis, e que sempre está me ensinando a ver o mundo pela fascinante perspectiva de uma criança.

Para meu amigo Jaime Sunye, Grande Mestre Internacional de xadrez e maior defensor do xadrez escolar no Brasil, e que recentemente venceu a batalha mais importante da sua vida.

AGRADECIMENTOS

Quero manifestar meu profundo agradecimento a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na realização deste trabalho. Em especial agradeço:

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Rosely Palermo Brenelli, pelo carinho, pelo incentivo, pela dedicação, pela confiança depositada em mim, e principalmente pela competência demonstrada ao longo dessa jornada.

Aos professores da banca examinadora Prof. Dr. Lino de Macedo, Prof^a. Dr^a. Evely Boruchovitch; Prof.^a Dr.^a Regina Celia Grando e Prof. Dr. Antônio Villar Marques de Sá pelas valiosas contribuições feitas.

Aos professores doutores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas: Rosely Palermo Brenelli, Evely Boruchovitch, Selma de Cássia Martinelli, Sérgio Antônio da Silva Leite e Lídia Maria Rodrigo, pelos conhecimentos valiosos que obtive nas disciplinas e seminários que cursei.

Ao Grande Mestre Internacional de xadrez Jaime Sunye, por tudo que fez para popularizar o jogo de xadrez no Brasil. Sinto-me uma pessoa privilegiada por desfrutar da sua amizade e poder discutir com ele inúmeras questões ligadas ao ensino do xadrez.

Ao presidente da Federação de Xadrez do Paraná, professor Claudio Antonio Tonegutti, pelas valiosas sugestões, pelo esclarecimento das questões estatísticas e pela obtenção de artigos que utilizei nesta pesquisa.

Ao Secretário Municipal do Esporte e Lazer, Rudimar Fedrigo, pelo apoio na realização deste estudo.

Ao Prof. Dr. Lino de Macedo, por fornecer as informações necessárias para a confecção dos materiais da Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL), que utilizei nesta pesquisa, bem como por fornecer bibliografia sobre a EDPL.

Ao Wesley Roberto da Silva, pelo planejamento, desenho e confecção dos materiais que compõe as provas da EDPL.

Ao Carlos Afonso Bora, da Fercore Indústria e Comércio Ltda, pelo empréstimo das máquinas utilizadas na confecção dos materiais das provas da EDPL.

Às professoras Maria Neuza Pedrosa e Erica Rita Jorge, pela amizade e pelo auxílio na seleção dos participantes.

Ao professor de xadrez Alexandre Zampier, pela ajuda em todos os momentos da coleta de dados. Sua valiosa colaboração tornou meu trabalho mais fácil.

À Chuck Lovingood, da Federação de Xadrez dos Estados Unidos (USCF), pela gentileza em enviar artigos e pesquisas sobre xadrez escolar.

À Fernand Gobet, professor da Brunel University, pelo esclarecimento de questões sobre xadrez e desenvolvimento cognitivo.

Aos funcionários e à direção das escolas que me receberam para que eu pudesse efetuar a pesquisa, e a todos os alunos que aceitaram participar deste estudo.

Às amigas da pós-graduação Zezé, Renata, Karen e Andréia pelos ótimos momentos que passei junto a vocês.

À minha esposa Virginia Roters da Silva e ao meu filho Eduardo Roters da Silva, por me aturarem nos momentos mais difíceis.

Nós vamos morrer, e isso nos torna afortunados. A maioria das pessoas nunca vai morrer, porque nunca vai nascer. As pessoas potenciais que poderiam estar no meu lugar, mas que jamais verão a luz do dia, são mais numerosas que os grãos de areia da Arábia. Certamente esses fantasmas não nascidos incluem poetas maiores que Keats, cientistas maiores que Newton. Sabemos disso porque o conjunto das pessoas possíveis permitidas pelo nosso DNA excede em muito o conjunto das pessoas reais. Apesar dessas probabilidades assombrosas, somos você e eu, com toda a nossa banalidade, que aqui estamos.

Richard Dawkins (2000, p. 17).

Considere novamente esse ponto. É aqui. É nosso lar. Somos nós. Nele, todos que você ama, todos que você conhece, todos de quem você já ouviu falar, todo ser humano que já existiu, viveram suas vidas. A totalidade de nossas alegrias e sofrimentos, milhares de religiões, ideologias e doutrinas econômicas, cada caçador e saqueador, cada herói e covarde, cada criador e destruidor da civilização, cada rei e plebeu, cada casal apaixonado, cada mãe e pai, cada criança esperançosa, inventor e explorador, cada educador, cada político corrupto, cada *superstar*, cada líder supremo, cada santo e pecador na história da nossa espécie viveu ali, em um grão de poeira suspenso em um raio de sol.

Carl Sagan, sobre a fotografia da Terra tirada a bordo da espaçonave não tripulada Voyager 1, quando estava a 6,4 bilhões de quilômetros de distância, onde a Terra aparece como um “pálido ponto azul”. (1994, p. 13).

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo pesquisar se há correlação positiva entre os desempenhos no jogo de xadrez e na Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL). A base teórica que subsidiou o estudo foi a Epistemologia Genética de Jean Piaget, privilegiando-se os conceitos de real, possíveis e necessário. Participaram desta pesquisa trinta enxadristas estudantes de Ensino Médio em uma escola pública de Curitiba, divididos, conforme sua proficiência em xadrez, em três grupos de dez estudantes: básico, intermediário e avançado. Para a composição do grupo avançado, o professor de xadrez da escola indicou os dez estudantes com melhor desempenho em competições, e também foi utilizada uma escala enxadrística, o *rating*, que quantifica o desempenho dos jogadores. O professor também selecionou os estudantes para os grupos intermediário e básico. Foram utilizados três tipos de instrumentos para a coleta de dados: a escala para avaliação do nível de desenvolvimento cognitivo (Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico – EDPL); partidas de todos os estudantes contra um programa de computador; e um torneio de xadrez entre os estudantes do grupo avançado. A análise dos dados foi dividida em quatro momentos principais. Primeiro, análise das partidas jogadas contra o computador, com os objetivos de caracterizar e comparar o desempenho enxadrístico dos grupos, e calcular seu índice de expertise no xadrez. Segundo, comparação entre nível enxadrístico e desempenho na EDPL, para identificar em quais provas da EDPL os participantes apresentaram melhor desempenho. Terceiro, comparações de desempenho no torneio de xadrez, realizado com o grupo avançado, e desempenho na EDPL, para verificar se os desempenhos foram semelhantes. Por último, foram efetuadas comparações entre sexo, idade e série escolar na EDPL, para verificar possíveis diferenças entre estas variáveis na EDPL. A análise dos dados mostrou que o desempenho geral na EDPL dos estudantes do grupo avançado foi 31,7% superior ao dos demais estudantes. Das quatro provas da EDPL que exigem nível cognitivo formal, os estudantes do grupo avançado tiveram desempenho superior em três: permutações, com desempenho 50% superior; probabilidade, com desempenho 27,15% superior; e curvas mecânicas, com desempenho 46,73% superior. Assim, os dados colhidos e verificados neste estudo permitem afirmar que existe uma correlação positiva entre desempenho enxadrístico e desempenho na EDPL.

Palavras-chave: Jogo de xadrez. Pensamento formal. Cognição.

ABSTRACT

This study aimed to research if there is a positive correlation between the performances at the game of chess and on the Logical Thought Evaluation Scale (*Echelle de Developpement de la Pensée Logique* – EDPL). The theoretical basis for this study has been Jean Piaget's Genetic Epistemology, focusing on the concepts of real, possible and necessary. Participants at the research were thirty chess players, high school students at a public school from Curitiba, which were divided, according to their proficiency at chess, into three groups of ten students: elementary, intermediate and advanced. The group of advanced players has been selected by the chess teacher in the school, from students with the best performances at competitions, and the chess rating was also employed, to quantify performances of these advanced players. The chess teacher has also indicated the students for the groups of elementary and intermediate players. Three types of tools for data collection were used: a scale for assessing the level of cognitive development (the EDPL); games played by all participants against a computer program; and a chess tournament between the advanced players. Data analysis was divided into four main stages. First, the games played against the computer were analyzed, to characterize and compare groups as to their chess performance, and calculate their index of expertise at chess. Second, comparing chess level and performances on the EDPL, to identify at which tests of the EDPL the participants have performed best. Third, comparisons between the performances at the chess tournament, played by the advanced group, and the performances on the EDPL, to check if these performances were similar. Finally, comparisons were made between sex, age and grade on the EDPL, to check possible differences in these variables on the EDPL. Data analysis has showed that the overall performance of the students from the advanced group, on the EDPL, was 31.7% higher than that of the other students. Out of the four tests of the EDPL demanding formal cognitive level, students from the advanced group had superior performances at three of them: permutations, with a 50% higher performance; probability, with a 27.15% higher performance; and mechanical curves, with a 46.73% higher performance. Thus, the data researched and verified allow one to affirm that there is a positive correlation between chess performance and the performance on the EDPL.

Keywords: Game of chess. Formal thought. Cognition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – O ESTUDO DE BINET.....	17
FIGURA 2 – GRANDE MESTRE: 22 PONTOS.....	22
FIGURA 3 – MESTRE: 21 PONTOS.....	22
FIGURA 4 – <i>EXPERT</i> : 16 PONTOS	22
FIGURA 5 – CLASSE C: 9 PONTOS.....	22
FIGURA 6 – ESTUDO DE TIKHOMIROV E POZNYANSKAYA 1.....	26
FIGURA 7 – TIKHOMIROV E POZNYANSKAYA 2.....	27
FIGURA 8 – SIMULAÇÃO PERCEIVER	27
FIGURA 9 – POSIÇÃO BASE	29
FIGURA 10 – CHUNK 1	29
FIGURA 11 – CHUNK 2.....	29
FIGURA 12 – CHUNK 3.....	29
FIGURA 13 – CHUNK 4.....	30
FIGURA 14 – CHUNK 5.....	30
FIGURA 15 – CHUNK 6.....	30
FIGURA 16 – CHUNK 7.....	30
FIGURA 17 – O PROGRAMA MAPP.....	31
FIGURA 18 – CHATURANGA PARA DUAS PESSOAS.....	45
FIGURA 19 – CHATURANGA PARA QUATRO PESSOAS.....	46
FIGURA 20 – PRIMEIRO LANCE 1	66
FIGURA 21 – PRIMEIRO LANCE 2	66
FIGURA 22 – BUSCA PELOS TRAJETOS NO ESPAÇO DO PROBLEMA.....	72

FIGURA 23 – A UNIDADE TOTE	73
FIGURA 24 – UM PLANO HIERÁRQUICO PARA MARTELAR UM PREGO	74
FIGURA 25 – POSIÇÃO B1	83
FIGURA 26 – PRIMEIRA FASE: ORIENTAÇÃO PARA POSSIBILIDADES (LINHAS 1 A 16)	84
FIGURA 27 – FASE DE EXPLORAÇÃO (LINHAS 17 A 29 E 30 A 39).....	84
FIGURA 28 – FASE DE INVESTIGAÇÃO (LINHAS 41 A 50)	85
FIGURA 29 – FASE FINAL: ESFORÇO PARA PROVAR (LINHAS 51 A 63)	85
FIGURA 30 – ESQUEMA MACRO ESTRUTURAL DO PROTOCOLO (M2;B1)	86
FIGURA 31 – A RELAÇÃO ENTRE UM DADO NÍVEL DE COMPETIÇÃO E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS ATIVOS NESTE NÍVEL	87
FIGURA 32 – RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO E ANOS DE PREPARAÇÃO	88
FIGURA 33 – RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO E IDADE 1	88
FIGURA 34 – RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO E IDADE 2	89
FIGURA 35 – RELAÇÃO ENTRE O SUJEITO E O MEIO.....	94
FIGURA 36 – A AFIRMAÇÃO COMPLETA.....	129
FIGURA 37 – A NEGAÇÃO COMPLETA	129
FIGURA 38 – A DISJUNÇÃO NÃO EXCLUSIVA	130
FIGURA 39 – A NEGAÇÃO CONJUNTA	131
FIGURA 40 – A INCOMPATIBILIDADE	131
FIGURA 41 – A CONJUNÇÃO	132
FIGURA 42 – A CONDICIONAL.....	132
FIGURA 43 – A NÃO-CONDICIONAL.....	133
FIGURA 44 – A CONDICIONAL INVERSA.....	133
FIGURA 45 – A NÃO-CONDICIONAL INVERSA	134

FIGURA 46 – A BICONDICIONAL	134
FIGURA 47 – A EXCLUSÃO RECÍPROCA.....	135
FIGURA 48 – A AFIRMAÇÃO DE P	136
FIGURA 49 – A NEGAÇÃO DE P	136
FIGURA 50 – A AFIRMAÇÃO DE Q	137
FIGURA 51 – A NEGAÇÃO DE Q	137
FIGURA 52 – DISSOCIAÇÃO PESO – VOLUME	150
FIGURA 53 – CONSERVAÇÃO DO VOLUME.....	150
FIGURA 54 – OSCILAÇÃO DO PÊNDULO	151
FIGURA 55 – CURVAS MECÂNICAS.....	152
FIGURA 56 – ERRO DO PARTICIPANTE B1 QUE LEVOU AO XEQUE- MATE	167
FIGURA 57 – LANCE ILEGAL DO PARTICIPANTE B4.....	169
FIGURA 58 – ERRO DO PARTICIPANTE I5 QUE LEVOU AO XEQUE- MATE	171
FIGURA 59 – LANCE ILEGAL DO PARTICIPANTE I2.....	172
FIGURA 60 – A PLANIFICAÇÃO NO XADREZ SEGUNDO JAIME SUNYE.....	202
FIGURA 61 – O REAL NO 14 ^o LANCE NA PARTIDA DE A10 CONTRA O COMPUTADOR	203
FIGURA 62 – A ÁRVORE DOS LANCES CANDIDATOS	204
FIGURA 63 – OS POSSÍVEIS VERBALIZADOS POR A10	206
FIGURA 64 – ERRO NO PLANO DO REAL	211
FIGURA 65 – ERRO NO PLANO DOS POSSÍVEIS	212
FIGURA 66 – ERRO NO PLANO DO NECESSÁRIO	213
FIGURA 67 – EXEMPLO DE PSEUDO-IMPOSSIBILIDADE	214
FIGURA 68 – ERRO DO PARTICIPANTE B1 QUE LEVOU AO XEQUE- MATE	486

FIGURA 69 – ERRO DO PARTICIPANTE B2 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	488
FIGURA 70 – ERRO DO PARTICIPANTE B3 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	490
FIGURA 71 – ERRO DO PARTICIPANTE B6 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	495
FIGURA 72 – ERRO DO PARTICIPANTE B7 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	497
FIGURA 73 – ERRO DO PARTICIPANTE B8 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	499
FIGURA 74 – ERRO DO PARTICIPANTE I5 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE	514
FIGURA 75 – A DISTRIBUIÇÃO NORMAL DAS MEDIDAS	547
FIGURA 76 – A FUNÇÃO DE PROBALIDADE NORMAL.....	548
FIGURA 77 – EXPECTATIVA DE VITÓRIA.....	549
FIGURA 78 – COLUNA, FILA E DIAGONAL.....	569
FIGURA 79 – POSIÇÃO INICIAL	569
FIGURA 80 – O REI	570
FIGURA 81 – A DAMA	570
FIGURA 82 – O XEQUE.....	571
FIGURA 83 – O XEQUE-MATE	571
FIGURA 84 – AFOGAMENTO	572
FIGURA 85 – A TORRE	572
FIGURA 86 – O BISPO	573
FIGURA 87 – O CAVALO.....	573
FIGURA 88 – O PEÃO: MOVIMENTO	574
FIGURA 89 – O PEÃO: CAPTURA	574
FIGURA 90 – PROMOÇÃO.....	575

FIGURA 91 – EN PASSANT	575
FIGURA 92 – ANTES DO ROQUE PEQUENO.....	576
FIGURA 93 – DEPOIS DO ROQUE PEQUENO	576
FIGURA 94 – ANTES DO ROQUE GRANDE	576
FIGURA 95 – DEPOIS DO ROQUE GRANDE.....	576
FIGURA 96 – NOTAÇÃO ALGÉBRICA.....	578

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE EXPERIMENTO IDEAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL UTILIZADO NOS SETE ESTUDOS SELECIONADOS.....	10
QUADRO 2 – PESQUISAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU REALIZADAS NO BRASIL QUE UTILIZARAM O JOGO DE XADREZ.....	12
QUADRO 3 – CAPACIDADES INTELECTUAIS EXERCITADAS NA PRÁTICA DO XADREZ.....	12
QUADRO 4 – CARACTERÍSTICAS PSICOEVOLUTIVAS DA CRIANÇA NOS PERÍODOS PRÉ-OPERATÓRIO E OPERATÓRIO CONCRETO E AS RESPOSTAS EVOLUTIVAS COM O JOGO DE XADREZ	13
QUADRO 5 – CAPACIDADES EMOCIONAIS EXERCITADAS COM O XADREZ.....	14
QUADRO 6 – FASES NA APRENDIZAGEM DO XADREZ.....	18
QUADRO 7 – BRANCAS: ANÔNIMO - PRETAS: DEFICIENTE MENTAL (FEEBLEMINDED).....	19
QUADRO 8 – MÉTODO DE PONTUAÇÃO USADO NA RECONSTRUÇÃO DA POSIÇÃO	23
QUADRO 9 – FATORES DO TALENTO NO XADREZ	24
QUADRO 10 – COMPARAÇÃO ENTRE O XADREZ E A GUERRA 1.....	37
QUADRO 11 – COMPARAÇÃO ENTRE O XADREZ E A GUERRA 2.....	38
QUADRO 12 – DIVISÃO DA HISTÓRIA DO XADREZ EM PERÍODOS	43
QUADRO 13 – COMPARAÇÃO ENTRE AL-FIL, ALFERZA, BISPO E DAMA.....	50
QUADRO 14 – OS CAMPEÕES MUNDIAIS DE XADREZ	62
QUADRO 15 – TAXONOMIA DE PLANOS E PLANEJAMENTO.....	77
QUADRO 16 – TAXONOMIA BÁSICA DOS PLANOS NO XADREZ	81

QUADRO 17 – FASES NO PLANEJAMENTO.....	82
QUADRO 18 – POSSÍVEL ESTRUTURAL	98
QUADRO 19 – POSSÍVEL FUNCIONAL	100
QUADRO 20 – VARIEDADES DE IMPOSSIBILIDADE	101
QUADRO 21 – LEI DE EVOLUÇÃO ENTRE REAL, POSSÍVEL E NECESSÁRIO.....	103
QUADRO 22 – AS ETAPAS DA NECESSITAÇÃO.....	104
QUADRO 23 – NÍVEIS NO DESENVOLVIMENTO DAS NECESSIDADES.....	105
QUADRO 24 – AS CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO FORMAL	111
QUADRO 25 – MATRIZ DE DUPLA ENTRADA	116
QUADRO 26 – AS 16 COMBINAÇÕES POSSÍVEIS DAS 4 CLASSES	117
QUADRO 27 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 1.....	126
QUADRO 28 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 2.....	127
QUADRO 29 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 3.....	128
QUADRO 30 – OS ESQUEMAS OPERATÓRIOS FORMAIS.....	139
QUADRO 31 – GRUPO COMUTATIVO INRC 1	141
QUADRO 32 – GRUPO COMUTATIVO INRC 2	142
QUADRO 33 – QUESTÕES DE QUANTIFICAÇÃO DE PROBABILIDADES	157
QUADRO 34 – VALOR DAS PEÇAS	162
QUADRO 35 – HIPÓTESES E TESTES ESTATÍSTICOS	197
QUADRO 36 – RELAÇÃO ENTRE O NÍVEL ENXADRÍSTICO E PENSAMENTO FORMAL	199
QUADRO 37 – O CONJUNTO DOS POSSÍVEIS DE A10 CONTRA O COMPUTADOR	205
QUADRO 38 – REAL, POSSÍVEIS E NECESSÁRIO NO XADREZ.....	209
QUADRO 39 – TABELA SCHURING	543

QUADRO 40 – RESULTADOS DO TORNEIO.....	543
QUADRO 41 – CATEGORIAS DA ESCALA RATING ELO.....	548
QUADRO 42 – AS PEÇAS DO JOGO	570

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – AÇÕES ENXADRÍSTICAS X NÚMERO DE ESCOLAS.....	2
GRÁFICO 2 – NÚMERO DE POSIÇÕES.....	67
GRÁFICO 3 – RELAÇÃO ENTRE LIBERDADE DE ESCOLHA LEGAL (K) E NÚMERO DE MOVIMENTOS (ZI).....	69
GRÁFICO 4 – ELEMENTOS DO GRÁFICO DA PARTIDA DE XADREZ.....	162
GRÁFICO 5 – O GRÁFICO DA PARTIDA DE XADREZ	163
GRÁFICO 6 – CONHECIMENTO DAS REGRAS ESPECIAIS DE XADREZ	176
GRÁFICO 7 – TÉRMINO DA PARTIDA E VANTAGEM DECISIVA	177
GRÁFICO 8 – JOGADA DE XEQUE-MATE E LANCE ILEGAL	177
GRÁFICO 9 – MÉDIA DOS ERROS	178
GRÁFICO 10 – ERRO INFORMADO.....	179
GRÁFICO 11 – DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES NA EDPL	181
GRÁFICO 12 – NÍVEL ENXADRÍSTICO X NÍVEL COGNITIVO	182
GRÁFICO 13 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES BÁSICOS.....	183
GRÁFICO 14 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS	183
GRÁFICO 15 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS	185
GRÁFICO 16 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS X NÃO-AVANÇADOS	186
GRÁFICO 17 – PROVA DA CONSERVAÇÃO.....	187
GRÁFICO 18 – PROVA DA PERMUTAÇÃO	188
GRÁFICO 19 – PROVA DA PROBABILIDADE	189
GRÁFICO 20 – PROVA DAS CURVAS MECÂNICAS	190

GRÁFICO 21 – DESEMPENHO NAS PROVAS FORMAIS	191
GRÁFICO 22 – SEXO E DESEMPENHO NA EDPL	192
GRÁFICO 23 – IDADE E DESEMPENHO NA EDPL	193
GRÁFICO 24 – SÉRIE ESCOLAR E DESEMPENHO NA EDPL	194
GRÁFICO 25 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B1	485
GRÁFICO 26 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B1	486
GRÁFICO 27 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B2	487
GRÁFICO 28 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B2	489
GRÁFICO 29 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B3	490
GRÁFICO 30 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B3	491
GRÁFICO 31 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B4	492
GRÁFICO 32 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B4	492
GRÁFICO 33 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B5	493
GRÁFICO 34 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B5	494
GRÁFICO 35 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B6	495
GRÁFICO 36 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B6	496

GRÁFICO 37 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B7	497
GRÁFICO 38 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B7	498
GRÁFICO 39 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B8	499
GRÁFICO 40 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B8	500
GRÁFICO 41 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B9	501
GRÁFICO 42 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B9	502
GRÁFICO 43 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B10	503
GRÁFICO 44 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE B10	504
GRÁFICO 45 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I1	507
GRÁFICO 46 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I1	508
GRÁFICO 47 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I2	509
GRÁFICO 48 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I2	510
GRÁFICO 49 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I3	510
GRÁFICO 50 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I3	511

GRÁFICO 51 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I4	512
GRÁFICO 52 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I4	513
GRÁFICO 53 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I5	513
GRÁFICO 54 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I5	515
GRÁFICO 55 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I6	515
GRÁFICO 56 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I6	516
GRÁFICO 57 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I7	517
GRÁFICO 58 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I7	517
GRÁFICO 59 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I8	518
GRÁFICO 60 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I8	519
GRÁFICO 61 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I9	520
GRÁFICO 62 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I9	520
GRÁFICO 63 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I10	521
GRÁFICO 64 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE I10	522

GRÁFICO 65 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A1	525
GRÁFICO 66 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A1	526
GRÁFICO 67 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A2	527
GRÁFICO 68 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A2	527
GRÁFICO 69 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A3	528
GRÁFICO 70 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A3	529
GRÁFICO 71 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A4	530
GRÁFICO 72 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A4	530
GRÁFICO 73 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A5	531
GRÁFICO 74 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A5	532
GRÁFICO 75 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A6	533
GRÁFICO 76 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A6	533
GRÁFICO 77 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A7	534
GRÁFICO 78 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A7	535

GRÁFICO 79 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A8.....	536
GRÁFICO 80 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A8.....	537
GRÁFICO 81 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A9.....	537
GRÁFICO 82 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A9.....	538
GRÁFICO 83 – AVALIAÇÃO CUMULATIVA DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A10.....	539
GRÁFICO 84 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS JOGADAS DO PARTICIPANTE A10.....	540

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – O ESTUDO DE KROGIUS SOBRE LASKER	58
TABELA 2 – NÚMERO MÁXIMO DE POSIÇÕES APÓS O 3º LANCE	66
TABELA 3 – NÚMERO DE POSIÇÕES	67
TABELA 4 – RELAÇÃO ENTRE LIBERDADE DE ESCOLHA LEGAL (K) E NÚMERO DE MOVIMENTOS (ZI)	69
TABELA 5 – COMPLEXIDADES DE ALGUNS JOGOS.....	70
TABELA 6 – RELAÇÃO ENTRE IDADE QUE COMEÇOU A JOGAR E SUCESSO 1.....	90
TABELA 7 – RELAÇÃO ENTRE IDADE QUE COMEÇOU A JOGAR E SUCESSO 2.....	91
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO AO NÍVEL NO XADREZ.....	148
TABELA 9 – RATING DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS.....	148
TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO AO SEXO	149
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO À IDADE	149
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO À ESCOLARIDADE.....	149
TABELA 13 – ESCORES PARCIAIS POR QUESTÃO E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES	160
TABELA 14 – ESCORES PARCIAIS POR PROVA E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES	160
TABELA 15 – ESCORES TOTAIS E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES.....	161
TABELA 16 – BÁSICOS: CONHECIMENTO DAS REGRAS BÁSICAS.....	166
TABELA 17 – ERROS DOS PARTICIPANTES BÁSICOS	167
TABELA 18 – JOGOS DOS PARTICIPANTES BÁSICOS	170

TABELA 19 – INTERMEDIÁRIOS: CONHECIMENTO DAS REGRAS BÁSICAS.....	170
TABELA 20 – ERROS DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS	171
TABELA 21 – JOGOS DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS	173
TABELA 22 – JOGOS DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS.....	174
TABELA 23 – ERROS DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS	175
TABELA 24 – ÍNDICE DE EXPERTISE NO XADREZ.....	180
TABELA 25 – TORNEIO DE XADREZ E EDPL	196
TABELA 26 – RESULTADO GERAL DA EDPL	269
TABELA 27 – CONVERSÃO DE PERCENTUAL DE PONTO 'p', EM DIFERENÇA DE RATING 'd _p '	550
TABELA 28 – CONVERSÃO DE DIFERENÇA DE RATING 'D' EM PONTOS OU EM PROBABILIDADE DE VITÓRIA 'P _D ' PARA O JOGADOR DE MAIOR RATING 'H' E PARA O JOGADOR DE MENOR RATING 'L'	551
TABELA 29 – BÁSICOS X INTERMEDIÁRIOS.....	555
TABELA 30 – AVANÇADOS X NÃO-AVANÇADOS.....	556
TABELA 31 – NÃO-AVANÇADOS X AVANÇADOS: CONSERVAÇÃO.....	557
TABELA 32 – NÃO-AVANÇADOS X AVANÇADOS: PERMUTAÇÃO	558
TABELA 33 – NÃO-AVANÇADOS X AVANÇADOS: PROBABILIDADE	559
TABELA 34 – NÃO-AVANÇADOS X AVANÇADOS: CURVAS MECÂNICAS	560
TABELA 35 – SEXO X NÍVEL COGNITIVO (EDPL)	561
TABELA 36 – IDADE X NÍVEL COGNITIVO (DADOS NA EDPL).....	562
TABELA 37 – IDADE X NÍVEL COGNITIVO (DADOS EM POSTOS).....	563
TABELA 38 – SÉRIE X NÍVEL COGNITIVO (DADOS NA EDPL).....	564
TABELA 39 – SÉRIE X NÍVEL COGNITIVO (DADOS EM POSTOS)	565

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O PROJETO DO PARANÁ E O PROJETO NACIONAL DE XADREZ	2
1.2 ABORDAGEM DO PROBLEMA	4
1.3 HIPÓTESE DE PESQUISA	5
1.4 OBJETIVOS	5
2 PESQUISAS SOBRE XADREZ	7
2.1 PESQUISAS SOBRE XADREZ ESCOLAR.....	8
2.2 PESQUISAS NO CAMPO DA PSICOLOGIA COGNITIVA.....	15
2.2.1 Binet e o Xadrez às Cegas.....	16
2.2.2 Cleveland e as Fases na Aprendizagem do Xadrez.....	17
2.2.3 Diakov, Pietrovski e Rudik: o estudo soviético	19
2.2.4 De Groot e a Era Moderna das Pesquisas	21
2.2.5 Simon: a Teoria Chunk.....	24
3 CARACTERIZAÇÃO DO JOGO DE XADREZ	33
3.1 JOGO E BIOLOGIA.....	33
3.2 JOGO E CULTURA.....	35
3.3 A HISTÓRIA DO XADREZ	36
3.3.1 Período Antigo (± até 1500)	43
3.3.2 Período Moderno (± de 1500 até hoje).....	51
3.4 A BIBLIOTECA DE CAÍSSA: A COMPLEXIDADE DO XADREZ	64
3.5 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO EM ATIVIDADES COMPLEXAS: O PLANO NO JOGO DE XADREZ.....	71
3.5.1 Taxonomia Básica dos Planos no Jogo de Xadrez	78

3.5.2 As Fases no Planejamento no Xadrez segundo De Groot	82
3.6 A EXPERTISE NO JOGO DE XADREZ	87
4 O REAL, OS POSSÍVEIS, O IMPOSSÍVEL, O NECESSÁRIO E O PENSAMENTO OPERATÓRIO FORMAL.....	93
4.1 O REAL	93
4.2 OS POSSÍVEIS	94
4.3 O IMPOSSÍVEL E O NECESSÁRIO	101
4.4 A INTELIGÊNCIA OPERATÓRIA FORMAL.....	105
4.4.1 O pensamento formal do ponto de vista do equilíbrio	106
4.4.2 O pensamento formal do ponto de vista das Estruturas.....	114
4.4.3 O sistema das 16 operações binárias	126
4.4.4 Os esquemas operatórios formais.....	137
5 MÉTODO.....	147
5.1 PARTICIPANTES	147
5.2 INSTRUMENTOS.....	150
5.2.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)	150
5.2.2 Partidas de xadrez contra o Fritz.....	152
5.2.3 Torneio de xadrez com os avançados.....	152
5.3 PROCEDIMENTOS.....	153
5.3.1 Para a coleta de dados.....	153
5.3.1.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)	153
5.3.1.2 Partidas de xadrez contra o Fritz 11	158
5.3.1.3 Torneio de xadrez com os avançados.....	159
5.3.2 Para a análise dos dados.....	159
5.3.2.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)	159
5.3.2.2 Partidas de xadrez contra o Fritz 11	161

5.3.2.3 Torneio de xadrez com os avançados.....	163
6 RESULTADOS	165
6.1 ANÁLISE DOS DADOS.....	165
6.1.1 Partidas contra o computador	165
6.1.1.1 Partidas dos participantes básicos	166
6.1.1.2 Partidas dos participantes intermediários.....	170
6.1.1.3 Partidas dos participantes avançados.....	173
6.1.1.4 Síntese dos aspectos mais relevantes das partidas contra o computador	176
6.1.1.5 Índice de expertise no xadrez.....	179
6.1.2 Comparação entre nível enxadrístico e desempenho na EDPL	181
6.1.2.1 Comparação entre básicos e intermediários no xadrez e desempenho na EDPL	182
6.1.2.2 Comparação entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários) na EDPL	184
6.1.2.3 Comparação entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários) em cada uma das provas da EDPL	186
6.1.3 Comparações entre sexo, idade e série na EDPL.....	192
6.1.4 Torneio de xadrez com os avançados.....	195
7 DISCUSSÃO	199
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	217
REFERÊNCIAS	225
GLOSSÁRIO	239

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse pela utilização do jogo de xadrez em contextos escolares, interesse este que na maioria das vezes se baseia na premissa que o estudo e a prática sistemática do xadrez podem auxiliar no desenvolvimento cognitivo do aluno, mais especificamente nas questões ligadas ao raciocínio lógico. Para exemplificar este interesse pedagógico no xadrez, vale a pena destacar três projetos em andamento no Brasil: um de âmbito municipal, outro estadual e outro federal.

Em Curitiba, a Secretaria Municipal da Educação possui, desde a década de 90, um programa de ensino de xadrez nas escolas que atende 90 das 168 escolas públicas municipais, proporcionando a prática do xadrez para 27.815 alunos¹.

No Paraná, a Secretaria de Estado da Educação mantém um projeto desde 1980 que atinge aproximadamente 300.000 crianças de 5ª a 8ª séries de 1.200 escolas².

Em 2003, o Governo Federal, por intermédio dos Ministérios do Esporte e da Educação e em parceria com os Governos Estaduais, levou a experiência desenvolvida no Paraná para 4 capitais (Recife/PE, Belo Horizonte/MG, Campo Grande/MS, Teresina/PI) implantando um projeto piloto de xadrez em 39 escolas e buscando estabelecer os parâmetros para um projeto que atendesse todo o país. (BRASIL, 2004). Em 2006, o projeto atingiu aproximadamente 400.000 alunos de 1.250 escolas em 25 estados, ficando de fora apenas São Paulo e Brasília³.

Uma vez que tanto o Projeto Municipal de Curitiba, quanto o Projeto Nacional foram desenvolvidos tomando-se por base a experiência do Projeto Estadual do Paraná, a seguir serão descritas brevemente as principais ações enxadrísticas dos projetos Estadual e Nacional.

¹ Informação fornecida pela coordenadora do programa professora Fabíola Martins Dacol.

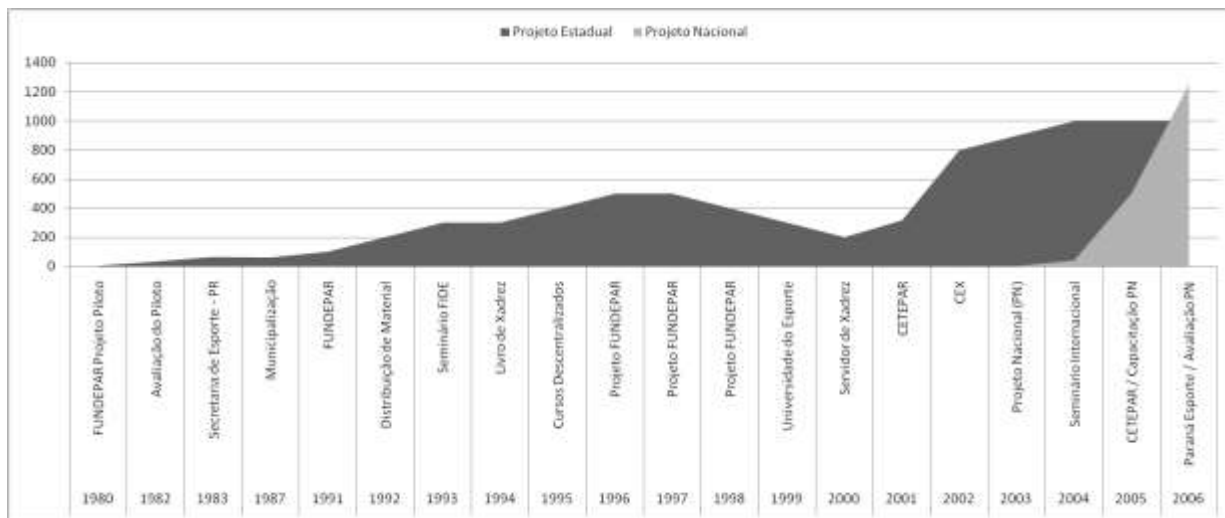
² Informação fornecida pela professora Maria Inez Damasceno, coordenadora do projeto.

³ Informação fornecida pelo Grande Mestre Internacional de xadrez Jaime Sunye, coordenador nacional do projeto.

1.1 O PROJETO DO PARANÁ E O PROJETO NACIONAL DE XADREZ

No gráfico a seguir podem ser vistas as ações realizadas para difundir o jogo de xadrez nas escolas, bem como o número de escolas participantes.

GRÁFICO 1 – AÇÕES ENXADRÍSTICAS X NÚMERO DE ESCOLAS



FONTE: SUNYE (2007, p. 18).

Em 1980 a Fundepar (hoje Superintendência de Desenvolvimento Educacional – Sude) iniciou um projeto piloto de xadrez escolar visando estabelecer uma metodologia, criar os materiais e quebrar as resistências criadas por estereótipos associados ao xadrez, como por exemplo, a noção de que a aprendizagem do jogo é muito difícil. O projeto foi dirigido às escolas públicas da periferia de Curitiba e iniciou com quatro escolas.

Em 1982 ocorreu a avaliação do piloto. Após um crescimento acelerado do projeto piloto, que foi baseado num convênio com a Federação de Xadrez do Paraná e contou com a utilização de estudantes (estagiários) como instrutores de xadrez, chegou-se ao limite. A avaliação, realizada numa parceria com a Prefeitura Municipal de Curitiba, o Departamento de Matemática da UFPR e o Colégio Positivo, mostrou que era necessário um modelo diferente para atender a todo o estado.

A avaliação apontou, dentre outras coisas, que no novo modelo do projeto, os professores que atuavam nas escolas deveriam ser capacitados para o ensino do xadrez, ao invés de levar os enxadristas para ensinar xadrez nas escolas, pois seria mais fácil ensinar xadrez para os professores do que ensinar didática e metodologia de ensino para os enxadristas.

A partir de 1983, a Secretaria de Estado da Cultura e do Esporte do Paraná realizou uma série de eventos enxadrísticos motivadores e de exibição, o que contribuiu para uma mudança na imagem do xadrez, que até então era visto como jogo de difícil aprendizagem e destinado à elite.

A partir de 1987 ocorreu a municipalização do projeto, onde algumas prefeituras, especialmente a de Curitiba, foram incentivadas a desenvolver seus próprios projetos.

Em 1991 o projeto voltou para a Fundepar, agora na Divisão de Projetos Especiais, o que enriqueceu e aumentou aceleradamente o número de escolas que participaram do projeto. Em 1992 iniciou uma grande distribuição de jogos de peças e tabuleiros murais para as escolas.

Em 1993 ocorreu o Seminário Internacional de Xadrez Escolar promovido pela Federação Internacional de Xadrez (Fide), e foi uma ótima oportunidade de conhecer e comparar os projetos dos 13 países que participaram do evento.

Em 1994 foi lançada a metodologia oficial do projeto que unificou num livro diversas experiências sobre o ensino do xadrez. De 1995 a 1998 foram realizados diversos cursos capacitando centenas de professores da rede pública, disseminando cada vez mais o conhecimento. Em 1999 o projeto esteve vinculado à Universidade do Esporte, e neste período foram feitos cursos de capacitação num nível mais avançado.

Em 2000 foi criado o Servidor de Xadrez para a prática pela internet, e de 2001 a 2005, o projeto esteve vinculado ao Centro de Excelência em Tecnologia Educacional do Paraná (Cetepar), representando assim o primeiro vínculo formal com a Tecnologia Educacional. Neste período foram realizados eventos de capacitação em Faxinal do Céu/PR.

Em 2002 foi criado o Centro de Excelência de Xadrez (CEX), entidade destinada a coordenar as diversas ações, o que permitiu flexibilizar as atividades e ganhar mais agilidade e economia, bem como promover pesquisas no campo do xadrez escolar.

Em 2003 foi iniciada a fase piloto do Projeto Nacional de Xadrez Escolar, onde se buscou replicar o projeto do Paraná em 5 estados (Pernambuco, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Piauí e Acre), sendo que o Acre, por opção própria, acabou ficando de fora.

Em 2004 foi realizado em Faxinal do Céu, no Paraná, um Seminário Internacional de Xadrez Escolar e também foi realizada a Avaliação do piloto do Projeto Nacional.

Em 2005 o projeto estadual continuou vinculado ao Cetepar e ações foram desenvolvidas junto ao Paraná Digital. Em 2006, o projeto estadual de xadrez foi vinculado à Paraná Esporte, sendo que neste ano foi realizada mais uma avaliação do Projeto Nacional de xadrez, quando se chegou ao número aproximado de 1.250 escolas participantes.

1.2 ABORDAGEM DO PROBLEMA

O psicólogo e enxadrista holandês Adriaan De Groot (DE GROOT, 1946, p. 1-2), ao analisar o problema da introdução do jogo de xadrez nas escolas, afirma que uma questão fundamental é responder se a introdução de aulas de xadrez nas escolas resultará no desenvolvimento da capacidade cognitiva dos alunos.

Uma vez que o jogo de xadrez vem sendo utilizado largamente nas escolas com a premissa de auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos alunos, o problema que motivou esta pesquisa é investigar se existe relação entre a expertise no jogo de xadrez e o raciocínio lógico.

1.3 HIPÓTESE DE PESQUISA

Os participantes classificados como avançados no xadrez terão um desempenho melhor na Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL) do que os participantes classificados como básicos e intermediários no xadrez.

1.4 OBJETIVOS

- Geral: verificar se há correlação positiva entre o desempenho no jogo de xadrez e o desempenho na Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL).
- Específicos:
 - a) Caracterizar e comparar os grupos básico, intermediário e avançado no tocante ao seu desempenho enxadrístico.
 - b) Identificar quais provas da EDPL os participantes apresentam melhor desempenho.
 - c) Verificar o desempenho enxadrístico dos participantes avançados por meio de um torneio de xadrez e compará-lo com o desempenho na EDPL.
 - d) Verificar se existe diferença entre sexo, idade e série na EDPL.

2 PESQUISAS SOBRE XADREZ

A literatura que versa sobre o jogo de xadrez é muito grande, sendo que as três maiores coleções em bibliotecas são: *John G. White Chess and Checkers Collection*, na *Cleveland Public Library* (EUA), com 32.568 volumes sobre xadrez e damas⁴ (Cleveland Public Library, 2009); a *Bibliotheca Van der Linde-Niemeijeriana*, na *Koninklijke Bibliotheek* (Holanda) com aproximadamente 30.000 volumes de xadrez e damas⁵ (Koninklijke Bibliotheek, 2009); e a *Anderson Chess Collection*, na *State Library of Victoria* (Austrália), com aproximadamente 12.000 itens, incluindo livros, relatórios de torneios, revistas e panfletos⁶ (State Library of Victoria, 2009).

Dessa enorme quantidade de livros escritos, pode-se destacar o poema manuscrito do século XV *Scachs d'amor* (CALVO, 1999), que é o primeiro texto conservado sobre o xadrez moderno, ou um dos primeiros livros impressos de xadrez, como é o caso do *Arte breve y introduccion muy necessária para saber jugar el Axedrez* (LUCENA, 1497).

Apesar desta abundante literatura enxadrística, as obras com enfoque na psicologia só começaram a surgir no final do século XIX. A partir daí muitos pesquisadores tentaram compreender e descrever as peculiaridades de um bom jogador de xadrez. Tendo por base a psicologia, realizou-se um número importante de estudos para entender as diferenças existentes entre os níveis dos enxadristas. Estas investigações se fixaram quase sempre no processo cognitivo dos mestres: como observam o tabuleiro, como pensam e como jogam. Tentou-se descobrir alguma chave que explicasse o alto nível que possuem no xadrez, ou, em outras palavras, quais são os elementos do pensamento humano que fazem com que algumas pessoas tornem-se grandes jogadores de xadrez e outras não.

⁴ <http://spc.cpl.org/?q=node/5> (acesso em: 4/11/2009).

⁵ <http://www.kb.nl/vak/schaak/inleiding/geschiedenis-en.html> (acesso em: 4/11/2009).

⁶ <http://www.slv.vic.gov.au/collections/chess/index.html> (acesso em: 4/11/2009).

No entanto, poucos estudos foram feitos apoiados na teoria de Piaget, mais precisamente encontramos somente um, a dissertação de mestrado do belga Christiaen intitulada *Chess and cognitive development* (CHRISTIAEN, 1976), que buscou verificar se o estudo e a prática do xadrez aceleram a passagem do estágio operatório concreto para o operatório formal, mas segundo Gobet e Campitelli (2006, p. 12) nenhum efeito considerável foi encontrado.

A seguir será feita uma síntese com as principais pesquisas realizadas, tanto no campo escolar quanto as realizadas tendo por base a psicologia cognitiva.

2.1 PESQUISAS SOBRE XADREZ ESCOLAR

No campo escolar, foram desenvolvidas muitas pesquisas em diversos países, conforme pode ser visto no *site* da Federação de Xadrez dos Estados Unidos (USCF)⁷, que possui um acervo com os principais artigos e pesquisas que versam sobre xadrez e a educação. No entanto, segundo os psicólogos cognitivistas Fernand Gobet e Guillermo Campitelli (GOBET; CAMPITELLI, 2006), que fizeram uma revisão crítica destas pesquisas, a maioria destes estudos carece de suporte empírico, e os que apresentam suporte empírico possuem problemas metodológicos.

Gobet e Campitelli (2006, p. 11) selecionaram sete estudos para serem analisados: *Chess and cognitive development* (CHRISTIAEN, 1976; CHRISTIAEN; VERHOFSTADT-DENÈVE, 1981); *Chess and aptitudes* (FRANK; D'HONDT, 1979; FRANK, 1981); *Chess and standard test scores* (LIPTRAP, 1998); *Teaching the fourth "R" (Reasoning) through chess* (FERGUSON, sem data 1); *Developing of reasoning and memory through chess* (FERGUSON, sem data 2); *The effect of chess on reading scores* (MARGULIES, sem data); *The effect of learning to play chess on cognitive, perceptual, and emotional development in children* (FRIED; GINSBURG, sem data).

Os critérios para seleção dos estudos foram: a) ter publicado os resultados da investigação empírica sobre os efeitos das aulas de xadrez em alguma habilidade ou

⁷ <http://main.uschess.org/content/view/7866/131/> (acesso em: 4/11/2009).

comportamento (tal como inteligência, aptidão para a escola, desempenho em leitura, etc.); b) ter efetuado medição objetiva sobre os efeitos do xadrez; e c) ter fornecido alguns detalhes sobre a metodologia usada.

Para assinalar os problemas metodológicos destas pesquisas, Gobet e Campitelli (2006, p. 7) propõem o que chamam de “experimento ideal” (veja o quadro 1) e comparam as pesquisas criticadas com este experimento ideal. Segundo eles, a educação, como a psicologia e a medicina, desenvolveram uma variedade de técnicas para estabelecer se um dado tratamento (neste caso, aulas de xadrez) afeta positivamente alguns comportamentos previamente estabelecidos, tais como desempenho escolar, habilidade cognitiva, ou aptidão para a escola. Normalmente o grupo experimental é comparado a um grupo de controle e possíveis diferenças são avaliadas por um pós-teste que mede as variáveis de interesse.

Entretanto, dizem Gobet e Campitelli, está bem estabelecido em pesquisas científicas que o fato de simplesmente pertencer ao grupo experimental pode afetar o comportamento (o chamado efeito placebo). Desta forma, o delineamento experimental deveria usar dois grupos de controle: o primeiro (o grupo placebo) recebe um tratamento alternativo, e o segundo não recebe tratamento algum. Se o grupo experimental, mas não o grupo placebo, mostrar avanços, pode-se concluir que o efeito está relacionado a alguma característica do grupo experimental, e não devido a participação em um experimento.

No entanto, continuam Gobet e Campitelli, isto não é o bastante para estabelecer que o tratamento afeta o comportamento. Deve-se assegurar que a seleção dos participantes é realizada de forma aleatória além de efetuar um pré-teste que verifica as mesmas variáveis medidas no pós-teste.

Gobet e Campitelli destacam ainda que várias precauções devem ser tomadas, como por exemplo, os participantes não saberem o objetivo do experimento, ou melhor ainda, não saberem que estão participando de um experimento, pois o conhecimento da participação em um experimento pode mudar o comportamento independente do tratamento recebido. Deve-se também evitar que o professor, que ministrará o tratamento (as aulas de xadrez) seja a mesma pessoa que irá aplicar o pré-teste e o

pós-teste, para não contaminar os dados.

Resumindo, para Gobet e Campitelli (2006, p. 8), o experimento ideal deveria reunir as seguintes características: seleção aleatória dos participantes de todos os grupos; presença de um pré-teste para assegurar que não há diferença inicial entre os grupos; presença de um pós-teste para medir potenciais diferenças devido ao tratamento; presença de um grupo experimental e dois grupos de controle, um para eliminar a possibilidade do efeito placebo; pessoas diferentes para realizar o tratamento, o pré-teste e o pós-teste; professor e experimentador devem ignorar o objetivo do estudo; e finalmente, os participantes devem ignorar os propósitos do experimento, e mesmo o fato de que estão participando de um estudo.

Gobet e Campitelli (2006, p. 8), deixam claro que estão cientes das dificuldades de conduzir o experimento ideal, por questões práticas, administrativas e éticas. Na tabela a seguir pode-se ver a comparação entre o delineamento experimental ideal, proposto por Gobet e Campitelli, e o delineamento experimental utilizado nos sete estudos selecionados para análise.

QUADRO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE EXPERIMENTO IDEAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL UTILIZADO NOS SETE ESTUDOS SELECIONADOS

Pesquisa	Seleção aleatória	Pré-teste	Pós-teste	Grupo controle I (placebo)	Grupo controle II (sem tratamento)	Experimentador diferente na aplicação dos testes	Participantes desconhecem o experimento
Experimento ideal	√	√	√	√	√	√	√
CHRISTIAEN (1976)	√		√		√	√	√
FRANK (1979)	√	√	√		√	√	?
LIPTRAP (1998)		√	√		√	√	√
FERGUSON 1		√	√		√	?	?
FERGUSON 2		√	√		√	?	?
MARGULIES		√	√		√	√	√
FRIED e GINSBURG	√		√	√	√	√	?

FONTE: GOBET e CAMPITELLI (2006, p. 11).

Gobet e Campitelli (2006, p. 23) sugerem que pesquisas futuras deveriam seguir as seguintes recomendações: a) usar uma metodologia o mais próximo possível do experimento ideal; b) controlar o efeito placebo e outros efeitos devidos à personalidade ou estilo do professor; c) publicar os resultados da pesquisa em periódicos respeitados de educação ou psicologia; d) os autores devem evitar retirar conclusões parciais ou seletivas, realizando uma análise dos dados mais objetiva e menos entusiástica.

QUADRO 2 – PESQUISAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU REALIZADAS NO BRASIL QUE UTILIZARAM O JOGO DE XADREZ

Autor	Ano	Orientador	Mestrado (M) Doutorado (D)	Área do Conhecimento	Instituição
Cardoso, A.	1987	Não Informado	M	Ciência Política	UFMG
Assumpção, A.	1995	Frant	M	Educação	USU/RJ
Netto, J.	1995	Rocha	M	Informática	UFRJ
Wielewski, G.	1998	Otte	M	Educação	UFMT
Bapistone, S.	2000	Penazzo	M	Psicologia	USM/SP
Schafer, H.	2000	Direne	M	Informática	UFPR
Ribeiro, S.	2001	Cavalcanti	M	Informática	UFPB
Amorim, C.	2002	Tenório	M	Educação	UFBA
Góes, D.	2002	Rosa	M	Eng. Produção	UFSC
Neto, A.	2003	Miranda	M	Educação	USP
Silva, W.	2004	Valente	M	Educação	UFPR
Brum, P.	2004	Linhares	M	Administração	FGV/RJ
Oliveira, F.	2005	Brenelli	D	Educação	Unicamp
Hartmann, C.	2005	Direne	M	Informática	UFPR
Feitosa, A.	2006	Direne	M	Informática	UFPR
Martineschen, D.	2006	Direne	M	Informática	UFPR
Alves, I.	2006	Brenelli	M	Educação	Unicamp
Aguiar, F.	2007	Direne	M	Informática	UFPR
Christofoletti, D.	2007	Schwartz	M	Ed. Física	Unesp
Neto, A. H.	2008	Direne	M	Informática	UFPR
Picussa, J.	2008	Garcia	M	Informática	UFPR
Bueno, L.	2008	Direne	M	Informática	UFPR
Teixeira, L.	2008	Takase	M	Psicologia Experimental	UFSC
Barbieri, H.	2009	Direne	M	Informática	UFPR
Ferreira, M.	2009	Direne	M	Informática	UFPR
Rocha, W.	2009	Capel	M	História	UCG/GO
Silva, R.	2009	Sá	M	Educação	UnB
Freitas, A.	2009	Linhares	D	Administração	FGV/RJ
Almeida, M.	2010	Sá	M	Educação	UnB
Silva, W.	2010	Brenelli	D	Educação	Unicamp

FONTE: Banco de teses da Capes (2010).

Conforme se pode ver no quadro anterior, realizados no Brasil, foram encontrados trinta estudos de pós-graduação *stricto sensu* que utilizaram o jogo de xadrez. Deve-se destacar que o professor da UnB, Antônio Villar Marques de Sá, realizou na França, de 1984 a 1988, uma importante pesquisa de doutorado sobre o jogo de xadrez e a educação (SÁ, 1988), sendo que esta não consta na tabela a seguir por agrupar pesquisas realizadas no Brasil.

O espanhol Ferran García Garrido (GARRIDO, 2001), no livro *Educando desde el Ajedrez*, apresenta algumas capacidades que, segundo ele, são exercitadas com a prática do xadrez (ver quadros 1, 2 e 3).

No quadro a seguir o autor assinala algumas capacidades intelectuais que são exercitadas na prática do xadrez. O autor destaca no jogo a representação espacial (o espaço físico onde o jogo é praticado), a representação temporal (as jogadas bem como o tempo do relógio de xadrez), e a transferência de estruturas ou estratégias (planejamento de tarefas cognitivas ou de técnicas de estudo).

QUADRO 3 – CAPACIDADES INTELECTUAIS EXERCITADAS NA PRÁTICA DO XADREZ

Característica	Descrição
Representação Espacial	O espaço físico do jogo é um tabuleiro de 64 casas. Este espaço é a limitação; o movimento das peças é sua evolução no espaço. Cada casa é individualizada por um sistema de coordenadas cartesianas (números e letras).
Representação Temporal	O sentido de sucessão do tempo, bem como controlar “instantes” do jogo. Estes dois itens formam os eixos do palco deste jogo.
Transmissão de Estruturas ou Estratégias. A análise	Melhorar o planejamento de tarefas cognitivas ou de técnicas de estudo a partir do momento em que se é capaz de determinar as próprias vantagens ou debilidades. Sentir que as próprias atividades cognitivas decorrem, como no xadrez, entre dois eixos (espaço-tempo).

FONTE: Adaptado de GARRIDO (2001, p. 87).

No quadro a seguir Garrido destaca algumas características psicoevolutivas da criança nos períodos pré-operatório e operatório concreto e as respostas evolutivas com o jogo de xadrez.

No nível pré-operatório, o autor relaciona as seguintes características: egocentrismo, pensamento fenomênico, dificuldade para captar transformações, irreversibilidade, pensamento não estável, com as possíveis respostas evolutivas que a prática do xadrez pode proporcionar.

QUADRO 4 – CARACTERÍSTICAS PSICOEVOLUTIVAS DA CRIANÇA NOS PERÍODOS PRÉ-OPERATÓRIO E OPERATÓRIO CONCRETO E AS RESPOSTAS EVOLUTIVAS COM O JOGO DE XADREZ

PERÍODO PRÉ-OPERATÓRIO	
Característica	Resposta evolutiva com o jogo de xadrez
Egocentrismo	Deve-se levar em consideração o que o adversário faz. Na busca para encontrar a melhor solução, ao invés de fazer jogadas precipitadas, o sujeito irá, passo a passo, mudando o sentido do processo.
Pensamento Fenomênico	Deve-se centrar sua atenção no conjunto do jogo e não em cada uma das peças isoladamente. É necessário entender a totalidade do tabuleiro e o conjunto das peças de forma global.
Dificuldade para captar transformações	Relacionado com o valor relativo das peças. O valor inicial é numérico e fixo, mas pode ter uma valoração abstrata em função da posição das demais figuras.
Irreversibilidade	Em xadrez alguns processos são reversíveis. Podem ocorrer temas repetidos em posições diferentes e com número diferente de peças.
Pensamento não estável	É necessário trabalhar para obter o equilíbrio entre assimilar um conceito e acomodá-lo às estruturas que possui. O xadrez, ao colocar em destaque diferentes possibilidades, pode ajudar a estabilizar e a amadurecer o pensamento.
PERÍODO OPERATÓRIO CONCRETO	
Característica	Resposta evolutiva com o jogo de xadrez
Percepção	Ampliação na capacidade de captar detalhes.
Capacidade de Análise e Síntese	Ao nível concreto do que é acessível pelos sentidos. Não apresenta um grau demasiadamente profundo durante a partida.
Maior fixação da Atenção	Pode-se concentrar mais o foco de atenção e evitar as distrações.

FONTE: Adaptado de GARRIDO (2001, p. 88-89).

No próximo quadro, Garrido apresenta algumas capacidades emocionais que são exercitadas com a prática do xadrez. As dez características estão divididas em cinco áreas: consciência das próprias emoções, o autocontrole emocional, automotivação, o reconhecimento das emoções dos outros, e o controle das relações com o outro. Garrido observa que em todas elas a prática do xadrez pode ter uma influência benéfica.

QUADRO 5 – CAPACIDADES EMOCIONAIS EXERCITADAS COM O XADREZ

a) O conhecimento das próprias emoções (autoconsciência): ter clareza das emoções auxilia a dirigir melhor a vida.	
Autonomia	É necessário tomar decisões pessoais e ser conseqüente com elas. É também necessário, portanto, se conhecer e saber “o que faço bem e o que não faço”, “onde costumo cometer este erro” e “tentarei não errar mais desta forma”. Educação da autocrítica.
Autoestima	O xadrez ajuda o praticante a valorizar-se em termos desportivos (a vitória), artísticos (uma combinação brilhante, estética, ou elegante) e pessoais (estar no mesmo nível ou num nível melhor, comparando sua performance em dias diferentes, ou comparando-se com outro jogador).
b) A capacidade de controlar as emoções: de tranquilizar-se, de controlar a ansiedade, as tristezas, as preocupações, etc.	
Concentração	É a posição natural que se adota ante o tabuleiro. A situação de “stand by”. Momentaneamente as preocupações deixam de importar e procura-se seguir o fio do jogo. Aprende-se que é importante evitar as distrações.
Atenção	Considerar todas as peças. Colocar-se em guarda ante o que é evidente. A atenção é necessária para a reflexão.
c) A capacidade de automotivação: o autocontrole emocional (capacidade de atrasar a recompensa e reduzir a impulsividade) é um elemento chave na obtenção de objetivos.	
Autocontrole	Saber esperar e não emitir respostas com excessiva rapidez. É necessário procurar ir mais além, mais adiante quanto maior seja a dificuldade, retendo a paciência e a impulsividade.
Autodisciplina	Obrigações de “ter que efetuar uma jogada”, de “ter que pensar”, de realizar importantes esforços.
Tenacidade	Qualidade de força interior que o jogo exige em momentos de dificuldade.
d) O reconhecimento das emoções alheias (empatia): habilidade fundamental que envolve sentir o que o outro sentiria, caso estivesse na situação e circunstâncias experimentadas pelo outro.	
Empatia	É necessário avaliar, a cada instante, os movimentos e as possibilidades de ação do adversário, juntamente com as suas reações físicas. Durante o jogo costuma-se dizer “agora ele está melhor do que eu” ou vice-versa. Aprende-se a sentir respeito ou certa compaixão pelo adversário que perde, sobretudo se o adversário for conhecido, ou se demonstrar reações de tristeza. Todos sabem o que é ganhar e perder e no início se aprende, ou deveria aprender, a moderar as reações excessivamente efusivas em caso de vitória por respeito ao adversário que não teve tão bom desenlace no final.
e) O controle das relações: relação com as emoções do outro.	
Socialização	Não se pratica o jogo só. É necessário respeitar o silêncio, a sua vez de jogar. Ao final da partida, analisa-se em conjunto o que foi e o que deveria ter sido jogado (<i>post-mortem</i>). Deve-se manter a cordialidade com todos os participantes. É necessário felicitar-se mutuamente no final da partida.
Aquisição de Regras	As regras do jogo são inalteráveis para todos. Ninguém pode estabelecer suas próprias normas nem impor condições diferentes.

FONTE: Adaptado de GARRIDO (2001, p. 83-84).

2.2 PESQUISAS NO CAMPO DA PSICOLOGIA COGNITIVA

Na Psicologia Cognitiva o xadrez é muito utilizado em pesquisas, sendo que sua utilização é comparada à da *Drosophila* (mosca da fruta) em pesquisas de genética:

(...) as genetics needs its model organisms, its *Drosophila* and *Neurospora*, so psychology needs standard task environments around which knowledge and understanding can cumulate. Chess has proved to be an excellent model environment for this purpose. (SIMON; CHASE, 1973, p. 394).

O impacto das pesquisas envolvendo o xadrez nas ciências cognitivas foi bem captado por Charness num artigo de 1992. Charness pesquisou em duas respeitadas fontes de informações, a *Social Science Citation Index* e a *Science Citation Index*, para localizar as publicações mais citadas referentes ao xadrez, e encontrou o livro *Thought and choice in chess* (DE GROOT, 1946) e o artigo *Perception in chess* (CHASE; SIMON, 1973).

O livro de De Groot acumulou 250 citações desde sua primeira edição em inglês em 1965 até 1989, enquanto que o artigo de Chase e Simon acumulou 350 citações no período de 1973 até 1989, sendo, portanto, duas citações clássicas: “a ‘citation classic’ accolade is usually awarded when a work has between 100 and 400 citations, depending on size of the field of inquiry, so these two works can safely be judged to be classic ones.” (CHARNESS, 1992, p. 4).

Antes de abordar os estudos no campo da psicologia cognitiva, serão discutidas quatro pesquisas que influenciaram os estudos cognitivos posteriores: Binet (1894), Cleveland (1907), Diakov, Pietrovski e Rudik (1925)⁸, e De Groot (1946).

⁸ Citado em DE GROOT, 1946, p. 8-10.

2.2.1 Binet e o Xadrez às Cegas

A primeira investigação importante para elucidar como se processa o pensamento do enxadrista se deu com Binet (1894; 1966). A pesquisa foi realizada para desvendar os mecanismos psicológicos do xadrez às cegas⁹, e apontou que a habilidade para jogar às cegas reside em três condições fundamentais (BINET, 1894, p. 262).

l'erudition: para um mestre a posição de jogo é uma unidade, uma bem estruturada cena de batalha que é capturada na mente do jogador, sendo que cada posição tem suas características próprias. Mas esta característica de unidade existe somente para o especialista, sendo resultado de seu conhecimento e experiência. O mesmo ocorre numa partida inteira: para o mestre uma partida não é uma mera seqüência de movimentos independentes, mas sim o desenvolvimento de um esforço que pode ser exemplificado por manobras características e idéias.

l'imagination: o enxadrista, quando está praticando o xadrez às cegas, não tem uma imagem completa do tabuleiro na mente, mas somente uma forma inacabada onde ele procura as jogadas passo a passo, reconstruindo continuamente os detalhes da posição (veja a figura 1).

la mémoire: baseado no fato que praticamente todos os entrevistados enfatizaram a falta de detalhes visuais como cor e forma, tanto nas peças quanto no tabuleiro, Binet concluiu que a memória no xadrez às cegas é do tipo visual abstrata, em contraste com a memória visual concreta.

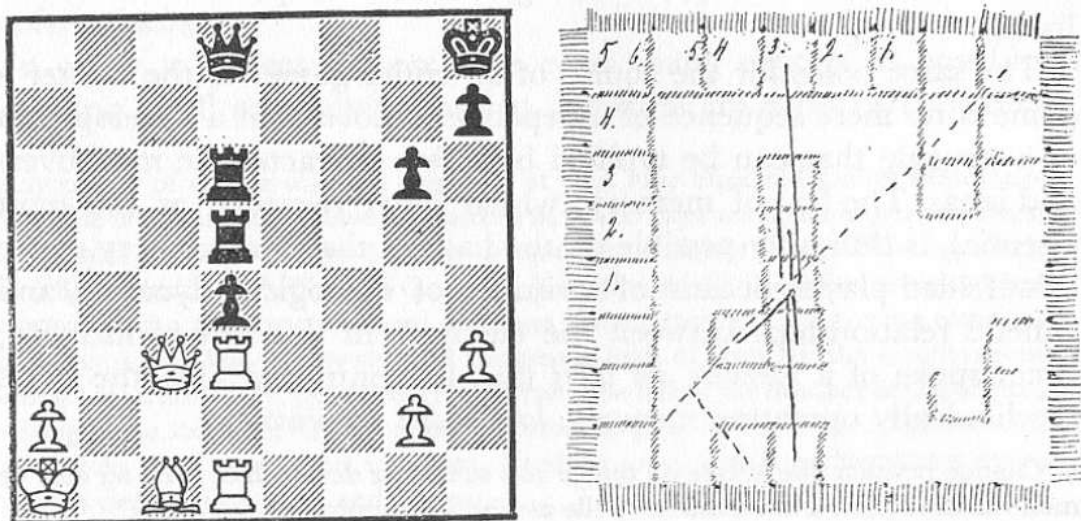
A figura 1 mostra, na esquerda, a posição de uma partida às cegas jogada pelo enxadrista Sittenfeld, e, na direita, o desenho que ele fez na tentativa de representar a imagem mental no momento de escolher o lance.

⁹ No xadrez às cegas, um jogador joga uma ou várias partidas sem ver o tabuleiro e as peças, ou qualquer contato físico com eles, sendo que os movimentos comunicados através da notação enxadrística.

A seqüência de lances considerada por Sittenfeld foi: 1. ♖xd4 ♗xd4 2. ♖xd4 ♗xd4 3. ♗xd4+ ♗xd4+ 4. ♗b2 ♗g7 5. ♗xg7+ ♗xg7 6. a4 com vitória¹⁰ (BINET, 1894, p. 300).

Pode-se observar no desenho à direita as “linhas de força” que representam o movimento das peças durante a seqüência de lances indicada acima.

FIGURA 1 – O ESTUDO DE BINET



FONTE: Adaptado de BINET (1894, p. 300-301).

2.2.2 Cleveland e as Fases na Aprendizagem do Xadrez

Outro estudo importante foi realizado por Cleveland (1907), que analisou psicologicamente o jogo de xadrez, bem como sua aprendizagem.

Segundo Gobet e Charness (2006, p. 523), o estudo de Cleveland foi um dos primeiros a identificar a importância de unidades complexas, que agora chamadas de chunks, no jogo de alto nível e especulou que habilidades intelectuais podem ser pobres para prognosticar a habilidade no xadrez.

¹⁰ No CD-ROM que se encontra no volume 2 há um software (WinBoard) que permite e acompanhar esta seqüência de jogadas, que se encontra na pasta Partidas da Tese / Volume 1 / Capítulo 2, bem como ver todas as partidas apresentadas nesta pesquisa. Para maiores detalhes, ver o arquivo Leia-me no CD-ROM.

O desenvolvimento da habilidade no xadrez, segundo Cleveland (1907, p. 293-296), passa por cinco estágios, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 6 – FASES NA APRENDIZAGEM DO XADREZ

Estágio		Descrição
1	Fase inicial	O iniciante aprende o nome e movimento das peças.
2	Movimentos individuais	Visam o ataque e defesa sem um objetivo definido, a não ser capturar as peças do seu adversário.
3	Relação entre as peças	O valor dos grupos e o valor de peças individuais como parte de grupos particulares.
4	Desenvolvimento sistemático	Capacidade de planejar conscientemente o desenvolvimento sistemático das suas peças.
5	“Sentido posicional”	Desenvolvimento enxadrístico homogêneo, resultado da experiência em valorar diferentes posições.

FONTE: Adaptado de CLEVELAND (1907, p. 293-296).

Primeiro ocorre a aprendizagem do nome e movimento das peças, pois para se obter sucesso no jogo, o movimento das peças deve ser automatizado. A seguir, o aprendiz passa por movimentos individuais de ataque e defesa durante os quais o iniciante joga sem um objetivo definido, a não ser capturar as peças do seu adversário. Na seqüência, o iniciante aprende a relação entre as peças, ou seja, o valor dos grupos e o valor de peças individuais como partes de grupos particulares. Depois o jogador alcança o quarto estágio que é caracterizado pela capacidade de planejar conscientemente o desenvolvimento sistemático das suas peças. Por fim, o jogador alcança o “sentido posicional”, que é definido pela culminação de um desenvolvimento enxadrístico homogêneo resultado da sua experiência em valorar diferentes posições.

Cleveland conclui seu artigo afirmando que a habilidade no xadrez não é um índice geral de inteligência:

(...) our conclusions from the study of this case must be, it seems to me, that chess skill is not an index of general intelligence, that the reasoning involved in chess playing is reasoning within very narrow, and that a considerable degree of chess skill is possible to one who is deficient in every others line. (CLEVELAND, 1907, p. 308).

Para exemplificar esta afirmação Cleveland apresentou uma partida jogada por um deficiente mental (veja o quadro a seguir):

QUADRO 7 – BRANCAS: ANÔNIMO - PRETAS: DEFICIENTE MENTAL (FEEBLEMINDED)¹¹

Nº	Branças	Negras	Nº	Branças	Negras
01	e4	e5	12	♘a3	♙c6
02	♘f3	♙f6	13	d5	♙b6
03	d3	♘h6	14	0-0	♙c5
04	♙g5	♙c6	15	♙e2	♙a6
05	♘xe5	♙e6	16	e5	b4
06	♙f4	f6	17	exf6??	♙xe2
07	♙xh6	gxh6	18	♙fe1	♙xf6?
08	♘c4	♙c6	19	♙xe2	♙xb2
09	♙e2	b5	20	♙ae1	♙xa3??
10	♙h5+	♙d8	21	♙e8+	♙xe8
11	d4?	♙xc4	22	♙xe8++	

FONTE: Adaptado de CLEVELAND (1907, p. 308).

Nesta partida, pode-se observar que os dois jogadores jogaram com bastante imprecisão. O primeiro erro grave (assinalado com um sinal de interrogação) ocorreu no lance 11 das brancas que perderam o cavalo. O erro mais grave (duas interrogações) ocorreu no lance 17 das brancas, que perderam a dama ficando tecnicamente perdidas. No lance 18 as brancas erraram novamente, pois deveriam ter seguido com ♙xe2, e a resposta das pretas também foi equivocada, pois deveriam ter prosseguido com ♙xf2+. O lance 20 das pretas, erro gravíssimo, leva a perder uma partida tecnicamente ganha, pois permite ao adversário dar xeque-mate em dois lances. O lance correto seria ♙c8.

2.2.3 Diakov, Pietrovski e Rudik: o estudo soviético

Em 1925, em Moscou, realizou-se um torneio internacional de xadrez que reuniu os principais grandes mestres da época. Três psicólogos russos, Diakov, Pietrovski e Rudik, convidaram oito grandes mestres que competiam no torneio a

¹¹ Veja esta partida no CD-ROM, na pasta Partidas da Tese / Volume 1 / Capítulo 2.

participarem de alguns experimentos para identificar as qualidades necessárias para o êxito no xadrez de alto nível (DE GROOT, 1946, p. 8-10).

A pesquisa apontou as seguintes características: 1) uma boa reserva de força física e uma boa saúde geral; 2) nervos bem temperados; 3) autocontrole; 4) habilidade em distribuir a atenção por muitos fatores; 5) habilidade em perceber relações dinâmicas; 6) uma mentalidade contemplativa; 7) um alto nível de desenvolvimento intelectual; 8) habilidade para pensar concretamente; 9) habilidade para pensar objetivamente; 10) uma memória poderosa para assuntos de xadrez; 11) capacidade para pensamento sintético e imaginação; 12) habilidade combinativa; 13) uma vontade disciplinada; 14) uma inteligência muito ativa; 15) emoções disciplinadas; 16) autoconfiança. (KASPAROV, 1987, p. 250).

Os pesquisadores russos descartaram a idéia de que o gênio do xadrez depende de um único e singular talento inato. Ao contrário, chegaram à conclusão de que um mestre de xadrez deve reunir um variado e altamente desenvolvido grupo de qualidades, algumas inatas e outras desenvolvidas com a experiência e muito trabalho. (KASPAROV, 1987, p. 250-251).

O relato de alguns pontos gerais sobre a função do jogo na vida psicológica das pessoas sugere que o xadrez poderia ter uma função construtiva na nova sociedade soviética:

El juego permite un libre desdoblamiento de la personalidad, su fuerza y su interés. Como tales, satisfacen las exigencias y esfuerzos que yacen en lo profundo de la naturaleza humana, pero que no encuentran satisfacción en la vida ordinaria. Por lo tanto, el juego proporciona una liberación de las tensiones psicológicas causadas por la vida cotidiana y al mismo tiempo gasta la energía que no encuentra salida en el trabajo. En este sentido el juego enriquece la vida y contribuye a reanudar y a desarrollar completamente la personalidad (...). Como una actividad motivada desde dentro, el juego es satisfactorio por sí mismo; es una pura experiencia desprovista de cualquier significado utilitario (...). (KASPAROV, 1987, p. 251).

2.2.4 De Groot e a Era Moderna das Pesquisas

Em 1946, o psicólogo e enxadrista holandês Adriaan De Groot realizou uma pesquisa de doutorado que teve alto poder heurístico, inspirando muitas pesquisas realizadas a partir da década de 60.

Em um experimento, os participantes deveriam olhar uma posição de partida e verbalizar seus pensamentos, que eram devidamente gravados. Os resultados mostraram que os grandes mestres encontravam um bom movimento durante os primeiros poucos segundos de contemplação da posição.

Através da análise dos protocolos De Groot definiu quatro fases no planejamento do enxadrista: a primeira é de orientação, a segunda é de exploração, a terceira é de investigação, e a quarta é a prova¹².

Uma das idéias centrais do estudo foi bastante simples: uma posição de partida jogada por mestres, mas desconhecida dos entrevistados, foi mostrada para classes diferentes de jogadores por um curto espaço de tempo (variando de 2 a 10 segundos).

A posição era então removida e os entrevistados deveriam reproduzi-la noutro tabuleiro. O número de peças colocadas corretamente determinaria o desempenho da memória.

To create the conditions necessary for studying these thought processes a number of positions from actual games were selected and presented to a group of subjects, consisting of grandmasters, masters, experts and less skilled class players. They were not familiar with the positions presented. (p. 15). To this end, Nico Cortlever, upon the author's instructions, kindly made up a series of 16 diverse positions, picked more or less randomly from relatively obscure actual master games. Each position had a prescribed exposure time, varying from two to ten seconds and in one case as high as fifteen. For the weaker subjects the shortest exposure times were prolonged somewhat, up to three to four seconds, in order to avoid zero achievements. (DE GROOT, 1946, p. 322-323).

Os resultados foram expressivos: os grandes mestres lembraram a posição perfeitamente depois de uma exposição de 2 a 5 segundos (com 93% das peças corretas), enquanto que o mais fraco entrevistado, equivalendo a um jogador de classe

¹² Estas fases serão abordadas mais detalhadamente na seção 3.5.2.

C, raramente passou de 50% de acerto.

Nas figuras a seguir pode-se ver a reconstrução de uma posição por um Grande Mestre (figura 2), um Mestre Internacional (figura 3), um *expert* (figura 4) e um jogador de classe C (figura 5).

FIGURA 2 – GRANDE MESTRE: 22 PONTOS

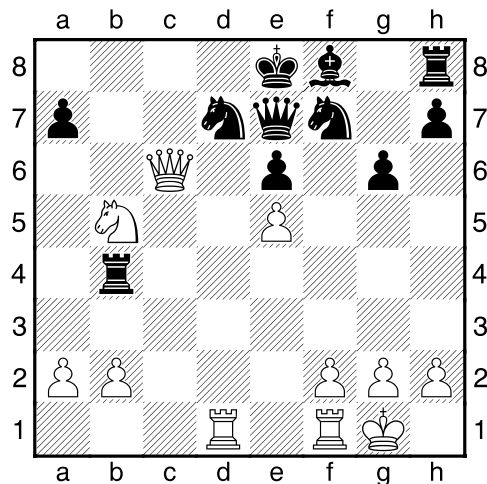


FIGURA 3 – MESTRE: 21 PONTOS

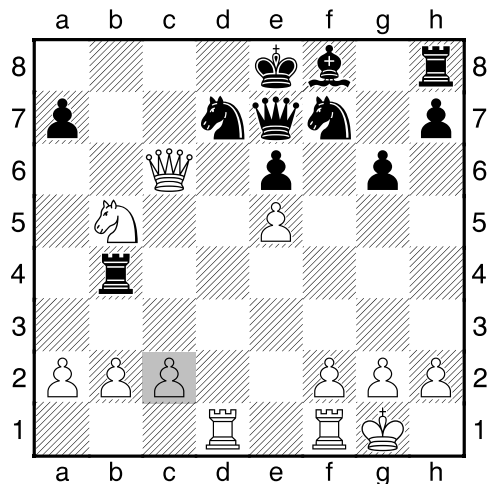


FIGURA 4 – EXPERT: 16 PONTOS

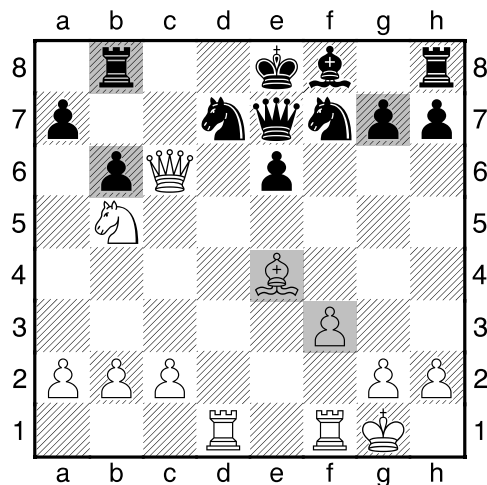
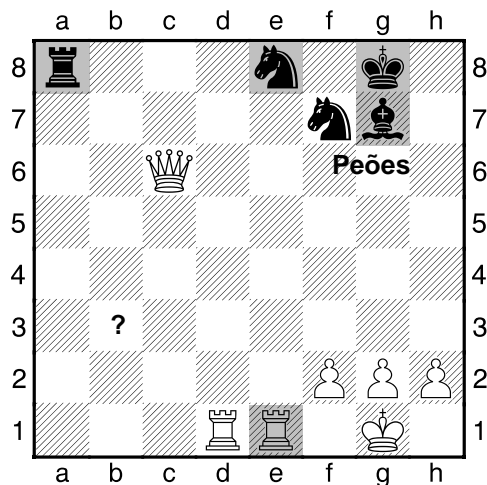


FIGURA 5 – CLASSE C: 9 PONTOS



FONTE: Adaptado de DE GROOT (1946, p. 325-327).

As quatro figuras (2 a 5) são do protocolo VI que teve exposição de 5 segundos. Nestas figuras estão assinalados os erros cometidos na colocação das peças

(na cor cinza), havendo também outros erros por omissão de peças. De Groot criou um método para expressar os resultados numericamente, como pode ser visto no quadro a seguir:

QUADRO 8 – MÉTODO DE PONTUAÇÃO USADO NA RECONSTRUÇÃO DA POSIÇÃO

Pontos	Descrição
+1	Cada peça colocada corretamente
-1	Cada peça colocada errada, adicionada ou omitida
-1	Inversão de duas peças
-1	Colocação de uma ou duas peças de uma coluna em outra
-2	Troca de três ou mais peças numa ala ou coluna
-1	Incerteza sobre peças colocadas corretamente (até 3)
+1	Cada relação espacial lembrada corretamente (ex. distância de um salto de cavalo) entre duas ou mais peças colocadas incorretamente ou não lembradas
+2	Correto relato de balanço material numa posição pobremente recordada
+1	Quase correto relato de balanço material numa posição pobremente recordada

FONTE: Adaptado de DE GROOT (1946, p. 323-324).

No protocolo pode-se ver que o Grande Mestre (figura 2) não cometeu nenhum erro, colocando as 22 peças corretamente. O Mestre (figura 3) somou 21 pontos, pois acrescentou um peão inexistente em *c2*. O *expert* (figura 4) somou 16 pontos, pois errou a posição das seguintes peças: torre de *b8*, peões de *b6*, *g7*, *f3* sendo que o peão original de *e5* foi trocado por um bispo em *e4*. Note que o bispo de *f8* foi omitido. O jogador de classe C (figura 5) cometeu muitos erros, acertando somente umas poucas peças.

Este estudo lançou os primeiros indícios de que a memória dos enxadristas, para assuntos enxadrísticos, organiza-se de forma diferente nos jogadores fortes e fracos. Esta pesquisa foi posteriormente retomada por Herbert Simon como será visto mais adiante.

A pesquisa de De Groot, além de fornecer pistas importantes sobre o funcionamento da memória para assuntos específicos, forneceu também dados para

explicar os fatores do talento no xadrez. Os fatores que explicam o talento no xadrez, segundo De Groot, podem ser vistos no quadro a seguir.

QUADRO 9 – FATORES DO TALENTO NO XADREZ

Fator	Descrição
Pensamento esquemático	É baseado em possibilidades espaciais (bidimensional) no que tange aos movimentos. Portanto os mestres de xadrez deveriam conseguir altos resultados em testes onde o fator espacial é preponderante.
Pensamento Não-verbal	O jogador se ocupa com movimentos e manobras no tabuleiro, com a dinâmica de capturas, ameaças e controle, sem qualquer dependência sobre formulações verbais.
Memória	Capacidade de memória, entendida como conhecimento e experiência.
Abstração e Generalização	O enxadrista deve ser capaz de aprender progressivamente pela experiência, ou seja, de refinar suas regras de operação constantemente, fazendo novas regras baseadas nas antigas.
As hipóteses geradas devem ser testadas	A habilidade de abandonar rapidamente uma hipótese de evidência incompatível a fim de reajustá-la, modificá-la ou trocá-la por outra.
Afinidade para investigação ativa	Além de ser capaz de continuamente gerar e modificar hipóteses, idéias, regras, sistemas (no tabuleiro) e planos, o enxadrista deve estar amplamente motivado para fazê-lo.
Fatores motivacionais	São bastante específicos, como é o caso do “temperamento no xadrez”, definido como uma fusão entre pensamento, jogo e paixão pelo combate.
Enorme concentração sobre um objetivo a vencer juntamente com as estratégias envolvidas	Estudo das fraquezas do adversário. Regulação dos hábitos de vida de acordo com a manutenção de condições ótimas. Nunca concordar com qualquer arranjo que diminua suas chances de vitória. Em outras palavras: os mestres são lutadores.

FONTE: Adaptado de DE GROOT (1946, p. 356-361).

2.2.5 Simon: a Teoria Chunk

Em 1956, Miller fez um estudo sobre a capacidade de armazenamento de informações (palavras) na memória de curta duração e propôs que é de aproximadamente sete peças (*chunk*) de informação (± 2 , ou seja, entre cinco e nove

elementos). Sobre o *chunk*, Miller diz o seguinte:

The contrast of the terms bit and chunk also serves to highlight the fact that we are not very definite about what constitutes a chunk of information. For example, the memory span of five words that Hayes obtained (...) might just as appropriately have been called a memory span of 15 phonemes, since each word had about three phonemes in it. Intuitively, it is clear that the subjects were recalling five words, not 15 phonemes, but the logical distinction is not immediately apparent. We are dealing here with a process of organizing or grouping the input into familiar units or chunks, and a great deal of learning has gone into the formation of these familiar units. (MILLER, 1956, p. 93).

Miller também fala que é possível ampliar a limitada capacidade da memória de curta duração por intermédio de treino:

In order to speak more precisely, therefore, we must recognize the importance of grouping or organizing the input sequence into units or chunks. Since the memory span is a fixed number of chunks, we can increase the number of bits of information that it contains simply by building larger and larger chunks, each chunk containing more information than before. (MILLER, 1956, p. 93).

Estas descobertas, juntamente com os estudos de De Groot, foram retomadas por Herbert Simon, dando grande impulso nos estudos sobre memória no xadrez.

Pode-se dizer que um dos principais objetivos na obra de Herbert Simon foi responder a seguinte questão: como é possível tomar decisões inteligentes diante de um elevado número de possibilidades.

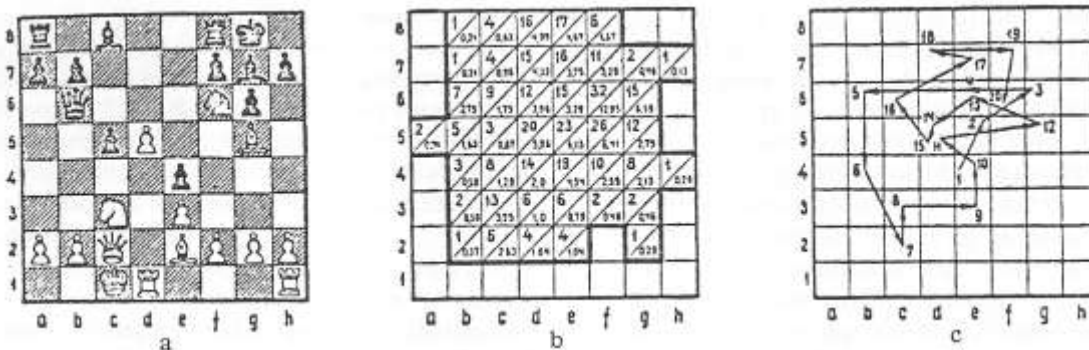
O processo de tomada de decisão foi primeiramente pesquisado por Simon em Economia e Administração. Já nos anos 50, com o advento do computador eletrônico, Simon, juntamente com Allen Newell e Cliff Shaw, foi pioneiro na criação da Inteligência Artificial (SIMON, 1996, p. 189). Seu objetivo neste período foi entender a resolução de problemas em seres humanos por intermédio de simulação do pensamento no computador eletrônico.

Na busca de um ambiente padrão onde o conhecimento pudesse ser acumulado, como é o caso da mosca da fruta *Drosophila* para os genéticos, Simon optou pelo xadrez como ambiente de estudo (SIMON; CHASE, 1973; SIMON; GILMARTIN, 1973).

Simon e Barenfeld estudaram um experimento realizado em 1966 por Tikhomirov e Poznyanskaya em Moscou, no qual foi filmado o movimento dos olhos de um mestre durante a escolha de um lance no xadrez. Com base neste registro de precisão foi possível traçar um roteiro da ordem das casas do tabuleiro que foram investigadas pelo enxadrista, bem como o tempo gasto pelo mestre em cada casa (TIKHOMIROV; POZNYANSKAYA, 1966).

A posição apresentada ao mestre (a), bem como o registro do tempo gasto em cada casa (b) e dos movimentos dos olhos (c) podem ser visto na figura a seguir.

FIGURA 6 – ESTUDO DE TIKHOMIROV E POZNYANSKAYA 1



(a) Posição mostrada para o entrevistado escolher um lance com as negras. O tempo para escolha foi de 1 minuto 46 segundos, sendo o lance escolhido Te8. (b) Número de fixações (parte de cima da casa) e o tempo em segundos (parte de baixo da casa). (c) Gravação do movimento dos olhos.

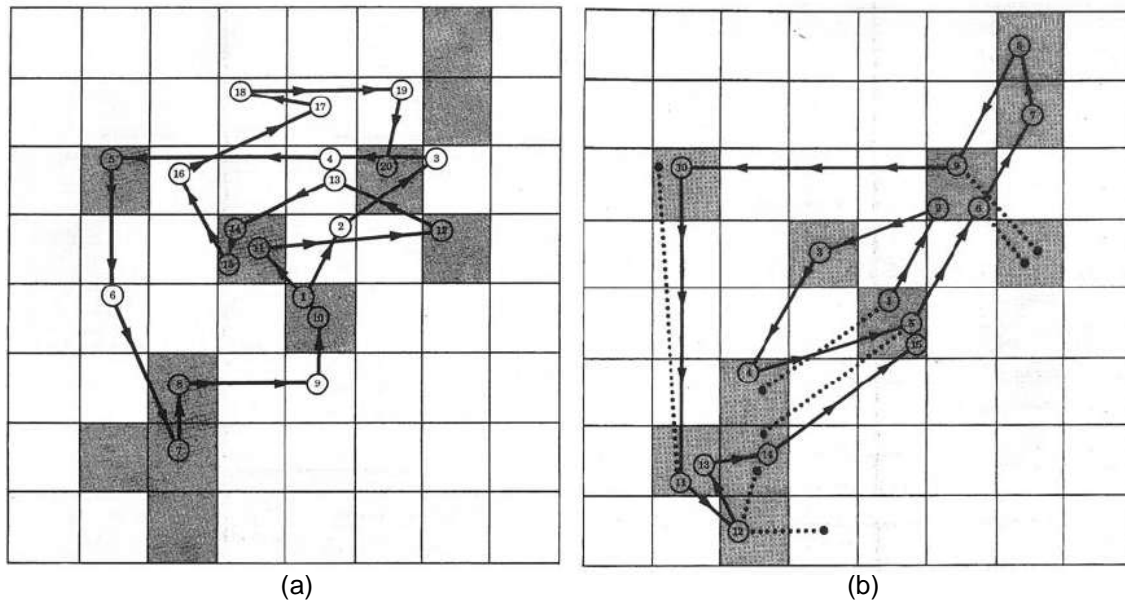
FONTE: TIKHOMIROV e POZNYANSKAYA (1966, p. 5).

Ao analisar o estudo de Tikhomirov e Poznyanskaya (1966), Simon e Barenfeld (1969) formularam a hipótese de que em cada ponto de fixação o sujeito adquire informações sobre a localização das peças, bem como de relações enxadrísticas significativas:

It appears that at each point of fixation the subject is acquiring information about the location of pieces at or near the point of fixation, together with information about pieces in peripheral vision (within, e.g., 7° of arc) that bear a significant chess (“attack”, “defend”, “block”, “shield”) to piece at the fixation point. (SIMON; BARENFELD, 1969, p. 475).

Para testar esta hipótese os autores construíram um programa de computador chamado PERCEIVER¹³ que detectava relações enxadrísticas elementares como ataque, defesa, etc. simulando o movimento dos olhos durante os cinco segundos do experimento de Tikhomirov e Poznyanskaya (1966). O resultado da simulação pelo programa PERCEIVER pode ser visto na figura 8.

FIGURA 7 - TIKHOMIROV E POZNYANSKAYA 2 FIGURA 8 - SIMULAÇÃO PERCEIVER



(a) Gravação do movimento dos olhos por Tikhomirov e Poznyanskaya (1966).

(b) Gravação da simulação do movimento dos olhos pelo PERCEIVER. As linhas sólidas representam os movimentos dos olhos, enquanto que as tracejadas representam as relações periféricas percebidas. As casas ocupadas pelas peças mais ativas estão destacadas.

FONTE: SIMON e BARENFIELD, 1969, p. 477-478.

Através deste estudo, Simon e Barenfeld mostraram a similaridade entre o movimento dos olhos do mestre durante a escolha do lance (figura 7), e a simulação do programa PERCEIVER (figura 8). Concluíram então que é possível simular no computador o processo de reconstrução de uma posição de jogo exposta brevemente ao mestre de xadrez (SIMON; BARENFIELD, 1969, p. 483).

¹³ O programa PERCEIVER incorporou conceitos da teoria da memória e da percepção EPAM (Elementary Perceiver and Memorizer) formulada por Feigenbaum e Simon (1962; 1984).

O passo seguinte foi entender as estruturas perceptivas dos mestres de xadrez, o que foi feito no famoso artigo *Perception in chess*, já citado no item 2.2 (CHASE; SIMON, 1973).

Chase e Simon (1973 a, b), ao investigar os experimentos de De Groot (1946), confirmaram as descobertas de Miller (1956) sobre a capacidade de armazenamento da memória de curta duração (7 ± 2), adicionando contribuições teóricas e metodológicas. No dizer de Chase e Simon:

By measuring the time intervals between placements of successive pieces when the subjects attempted to reconstruct the positions, we were able to identify the boundaries of perceptual chunks. The data suggest that the superior performance of stronger players (which does not appear in random positions) derives from the ability of those players to encode the position into larger perceptual chunks, each consisting of a familiar subconfiguration of pieces. Pieces within a single chunk are bound by relations of mutual defense, proximity, attack over small distances, and common color and type. (CHASE; SIMON, 1973a, p. 80).

Para explicar o desempenho dos mestres, propuseram a hipótese que estes podiam armazenar um grande número de padrões na memória de longo prazo, tais como estruturas características dos peões do roque, cadeias de peões, configurações de ataque, etc. Segundo esta perspectiva, a habilidade do enxadrista reside em um grande acervo de blocos (*chunks*), classificados por uma rede de diferenciação (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 29).

FIGURA 9 – POSIÇÃO BASE

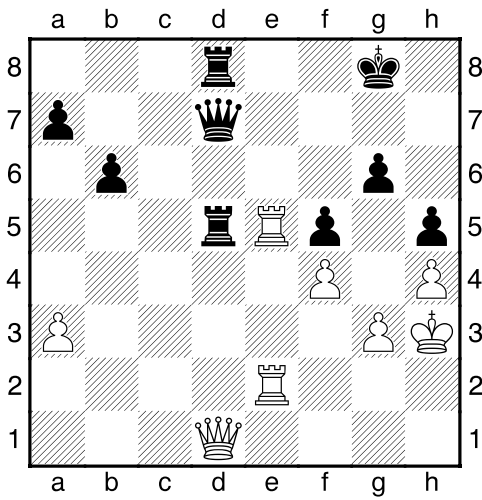


FIGURA 10 – CHUNK 1

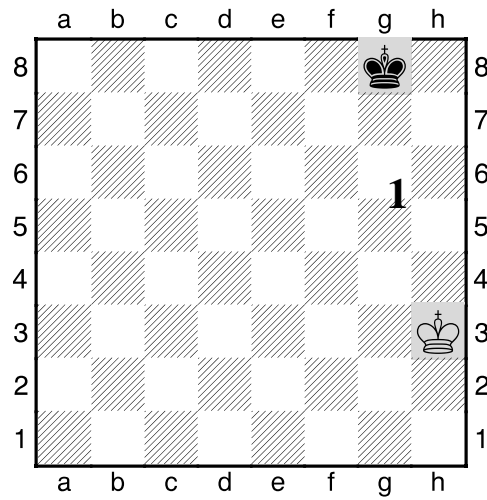


FIGURA 11 – CHUNK 2

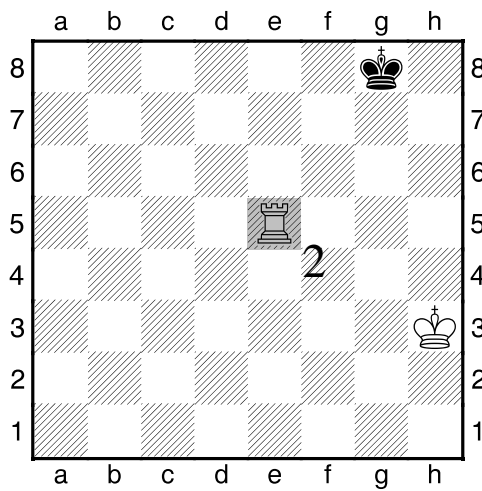
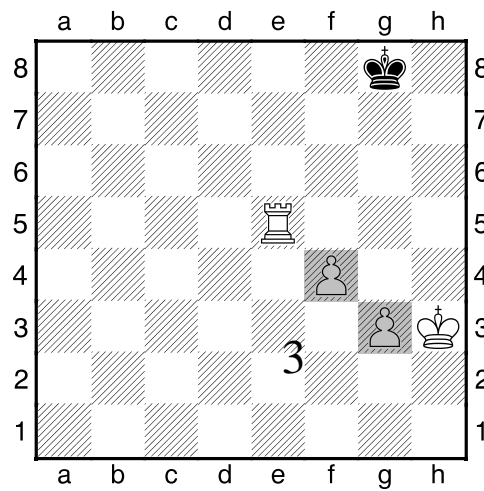


FIGURA 12 – CHUNK 3



FONTE: CHASE e SIMON (1973b, p. 235).

FIGURA 13 – CHUNK 4

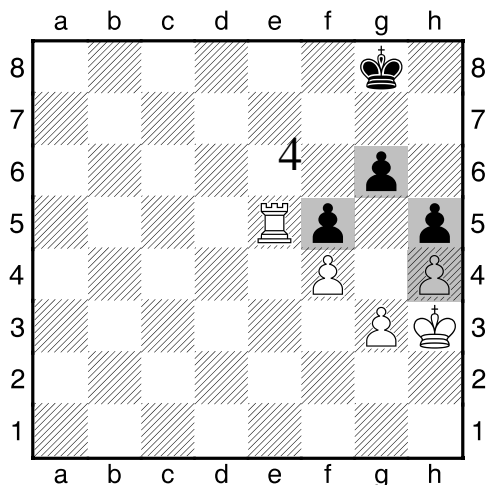


FIGURA 14 – CHUNK 5

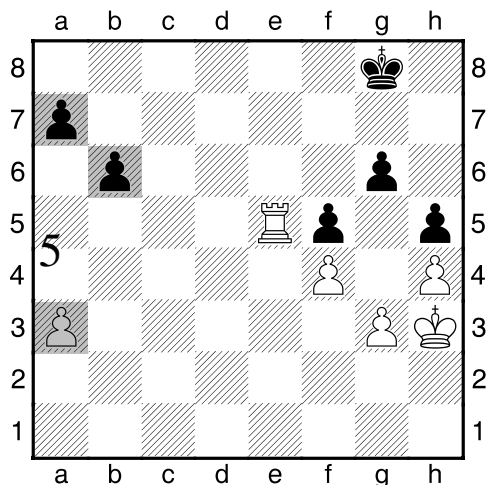


FIGURA 15 – CHUNK 6

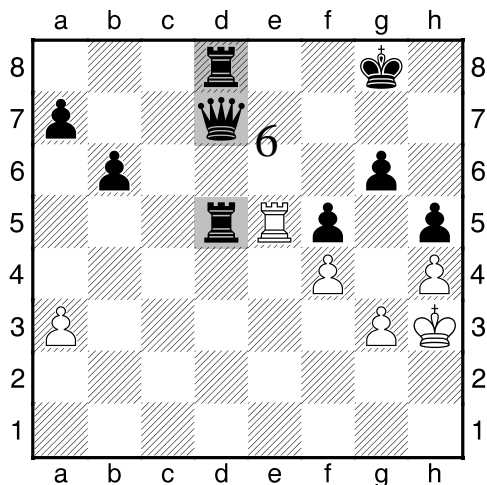
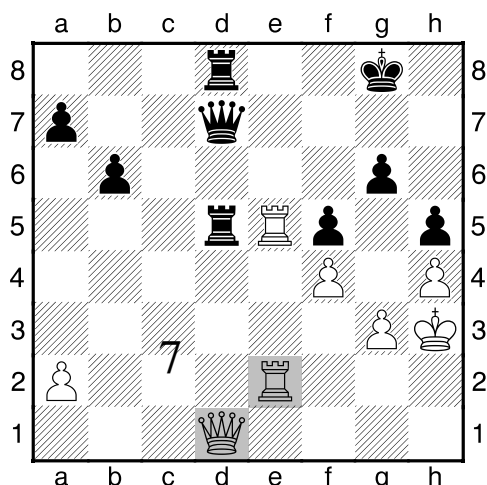


FIGURA 16 – CHUNK 7



FONTE: CHASE e SIMON (1973b, p. 235).

Nas figuras 9 a 16 pode-se ver a reconstrução de uma posição base (figura 9) por um mestre de xadrez *chunk* por *chunk* (figuras 10 a 16), sendo que cada novo *chunk* está destacado na cor cinza, totalizando sete, como assinalado por Miller (1956)¹⁴.

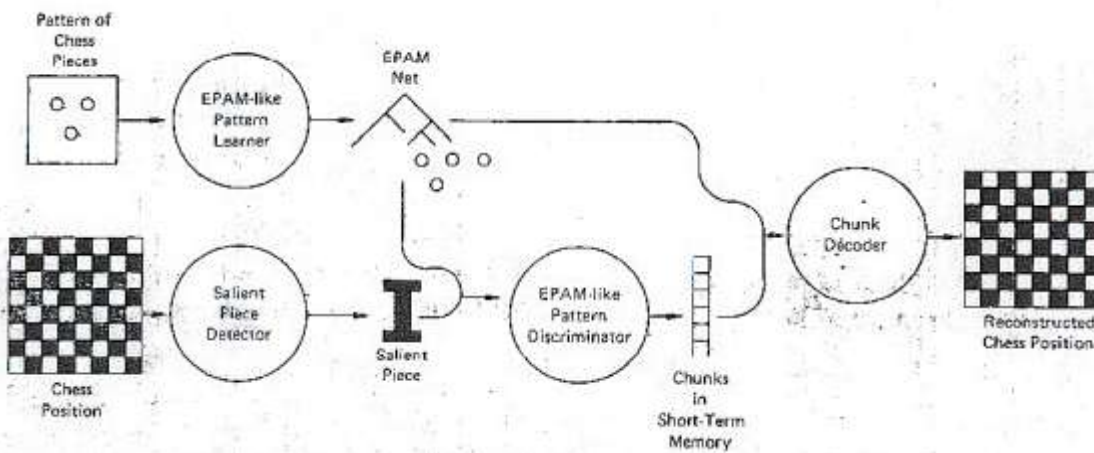
¹⁴ O artigo de Chase e Simon (1973) não faz menção, mas pode-se observar que o peão que foi colocado na casa a3 no *chunk* 5 aparece misteriosamente em a2 no *chunk* 7.

O próximo passo foi simular a memória do mestre para posições de xadrez, o que foi feito com o programa MAPP (*Memory-Aided Pattern Perceiver*), que conteve um componente de aprendizagem e um componente de performance:

The learning component, which uses the learning mechanisms of EPAM, simulates the storage in long-term memory of varying amounts of information about simple, recurring patterns of pieces on a chess board. Thus it can attempt to simulate the long-term pattern memory of a week chess player (few patterns stored) or of a chess master (many patterns stored). (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 30).

Os principais processos do programa MAPP podem ser vistos na figura 17.

FIGURA 17 – O PROGRAMA MAPP



O componente de aprendizagem está mostrado na parte superior da figura, enquanto que as três partes do componente de desempenho estão na metade de baixo.

FONTE: SIMON e GILMARTIN (1973, p. 31).

Para simular a memória de longa duração, Simon e Gilmartin estudaram os padrões mais freqüentes que ocorrem durante a partida de xadrez e os adicionaram no programa MAPP sob a forma de duas redes, a primeira contando com 447 padrões, e a segunda com 572 padrões (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 35).

Com as duas redes totalizando aproximadamente 1.000 padrões, a simulação reconheceu aproximadamente 50% das peças corretas de cada posição, onde o mestre atingiu 80% (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 42).

Simon e Gilmartin perguntaram então quantos padrões seriam necessários para atingir a performance de um mestre (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 39). Para responder a esta questão Simon e Gilmartin disseram que a frequência de distribuição destes padrões é similar a da língua natural em prosa, utilizando a distribuição harmônica: o padrão mais freqüente ocorre com freqüência f , o seguinte mais freqüente $1/2 f$, o terceiro $1/3 f$, e assim sucessivamente (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 41).

Se com uma rede de 1.000 padrões mais freqüentes a simulação atingiu 50% dos padrões que ocorreram, Simon e Gilmartin perguntaram quantos padrões deveriam ser adicionados para atingir a performance do Mestre (80%)? A resposta é: aproximadamente 30.000 padrões (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 42).

No entanto, os autores chamaram a atenção para o fato que não há garantias de que todos os padrões mais freqüentes foram incluídos na rede dos 1.000 padrões, portanto os 30.000 padrões para o nível de mestre podem estar superestimados. Simon e Gilmartin concluíram então que mestre e grande mestre têm um repertório entre 10.000 e 100.000 padrões (SIMON; GILMARTIN, 1973, p. 43). Em 1972, juntamente com Allen Newell, Simon publicou a obra *Human problem solving*, a qual analisa detalhadamente o jogo de xadrez no capítulo 4 (NEWELL; SIMON, 1972, p. 661-784).

A seguir será apresentada uma caracterização do jogo de xadrez, cujo objetivo é fornecer informações para melhor compreender este jogo.

3 CARACTERIZAÇÃO DO JOGO DE XADREZ

Para melhor compreender o que é o jogo de xadrez, será desenvolvida a seguir uma caracterização do jogo que abordará seis tópicos: 1) Jogo e Biologia, onde serão traçados alguns paralelos entre a evolução biológica e a evolução dos jogos; 2) Jogo e Cultura, onde será abordada a transmissão de tipo cultural envolvida nos jogos; 3) A História do Xadrez, onde será delineada a evolução histórica do xadrez em períodos; 4) A Biblioteca de Caissa, onde será discutida a complexidade envolvida no xadrez; 5) O Plano no Jogo de Xadrez, onde serão abordadas as particularidades do plano no xadrez, e por fim, 6) A Expertise no Jogo de Xadrez, que descreverá aspectos da maestria no xadrez.

3.1 JOGO E BIOLOGIA

Segundo Kraaijeveld (1999, 2000), os jogos de tabuleiro como o xadrez podem ser vistos como seres vivos (plantas e animais) que estão sujeitos às leis da evolução biológica assinaladas por Charles Darwin (DARWIN, 1859, 1871), pois tanto em jogos quanto em seres vivos é possível inferir uma descendência comum a partir da observação de grupos similares. Jogos também podem ser extintos e “fossilizados”, ou seja, jogos que se tornam conhecidos (total ou parcialmente) a partir de fontes históricas, mas que não são mais praticados atualmente.

É claro que no caso dos jogos a transmissão é de tipo cultural e não genética como no caso da evolução biológica. Para o biólogo evolucionista Richard Dawkins a transmissão de tipo cultural é análoga a transmissão genética, sendo que esta envolve unidades replicadoras chamadas genes, e naquela, as unidades replicadoras são os *memes*. Dawkins explica como cunhou o nome que deu a estas unidades:

(...) uma unidade de transmissão cultural, ou uma unidade de imitação. “Mimeme” provém de uma raiz grega adequada, mas quero um monossílabo que soe um pouco como “gene”. Espero que meus amigos helenistas me perdoem se eu abreviar mimeme para meme. Se servir como consolo, pode-se, alternativamente, pensar que a palavra está relacionada a “memória”, ou à palavra francesa mème. Exemplos de memes são melodias, idéias, “slogans”, modas do vestuário, maneiras de fazer potes ou de construir arcos. Da mesma forma como os genes se propagam no “fundo” pulando de corpo para corpo através dos espermatozoides ou dos óvulos, da mesma maneira os memes propagam-se no “fundo” de memes pulando de cérebro para cérebro por meio de um processo que pode ser chamado, no sentido amplo, de imitação. Se um cientista ouve ou lê uma idéia boa ele a transmite a seus colegas e alunos. Ele a menciona em seus artigos e conferências. Se a idéia pegar, pode-se dizer que ela se propaga a si própria, espalhando-se de cérebro em cérebro. (DAWKINS, 2001, p. 214).

Neste sentido, o jogo de xadrez pode ser visto como um meme poderoso da cultura humana, quase como um vírus que invade não o corpo, mas a mente do praticante. David Shenk expressa este sentimento ao discutir o arrebatamento do artista plástico Marcel Duchamp pelo xadrez:

Imaginem um vírus tão evoluído que é capaz de infectar não o sangue, mas os pensamentos do seu hospedeiro humano. O fígado e o baço são poupados mas, em compensação, o micróbio se infiltra nos lobos frontais do cérebro, dominando funções cognitivas vitais como a solução de problemas, o raciocínio abstrato, as refinadas habilidades motoras e, mais notavelmente, a capacidade de organizar tarefas. Ele dirige os pensamentos, as ações e até mesmo os sonhos. Esse vírus passa a dominar não o corpo, mas a mente. (SHENK, 2007, p. 9).

Em 1952 o físico Albert Einstein também expressou opinião similar ao escrever algumas linhas após a morte de seu amigo e ex-campeão mundial de xadrez Emanuel Lasker: “el ajedrez agarra tan fuertemente la mente del maestro que su libertad e independencia no pueden dejar de quedar afectadas.” (CALVO, 2003, p. 16-17).

Conforme já foi destacado, a transmissão dos jogos de geração para geração é de tipo cultural, e não biológica. Neste sentido, a seguir será abordada a relação entre jogo e cultura.

3.2 JOGO E CULTURA

A relação entre jogo e cultura foi bem assinalada pelo historiador e filósofo holandês Johan Huizinga, em 1938, no livro *Homo Ludens*. Nesta obra o autor argumenta que o jogo é uma categoria absolutamente primária da vida, tão essencial quando o raciocínio (*Homo sapiens*) e a fabricação de objetos (*Homo faber*), então a denominação *Homo Ludens* quer dizer que o elemento lúdico está na base do surgimento e desenvolvimento da civilização. No dizer de Huizinga:

O jogo é fato mais antigo que a cultura, pois esta, mesmo em suas definições menos rigorosas, pressupõe sempre a sociedade humana; mas, os animais não esperaram que os homens os iniciassem na atividade lúdica. É-nos possível afirmar com segurança que a civilização humana não acrescentou característica essencial alguma à idéia geral de jogo. Os animais brincam tal como os homens. (HUIZINGA, 1938, p. 3).

Ao discutir a importância do elemento lúdico na cultura Huizinga diz que:

O fato de apontarmos a presença de um elemento lúdico na cultura não quer dizer que atribuamos aos jogos um lugar de primeiro plano, entre as diversas atividades da vida civilizada, nem que pretendamos afirmar que a civilização teve origem no jogo através de qualquer processo evolutivo, no sentido de ter havido algo que inicialmente era jogo e depois se transformou em algo que não era mais jogo, sendo-lhe possível ser considerado cultura. A concepção que apresentamos nas páginas que seguem é que a cultura surge sob a forma de jogo, que ela é, desde seus primeiros passos, como que 'jogada'. (HUIZINGA, 1938, p. 53).

Huizinga define jogo assim:

(...) o jogo é uma atividade voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida cotidiana". (HUIZINGA, 1938, p. 33).

A se recuar no passado para buscar as origens do jogo encontra-se sempre uma relação entre o jogo e o sagrado, como assinala o filósofo Giorgio Agambem no livro *Infância e História*:

(...) os estudiosos sabem há muito que as esferas do jogo e do sagrado são estreitamente ligadas. Numerosas e bem documentadas pesquisas mostram que a origem da maior parte dos jogos que conhecemos encontra-se em antigas cerimônias sagradas, em danças, lutas rituais e práticas divinatórias. Assim, no jogo de bola, podemos perceber os vestígios da representação ritual de um mito em que os deuses lutavam pela posse do sol; a dança de roda era um antigo rito matrimonial; o pião e o tabuleiro de xadrez eram instrumentos divinatórios. (AGAMBEN, 2005, p. 84).

A questão também foi analisada na obra de Nigel Pennick *Jogos dos Deuses* (PENNICK, 1992) onde o autor investiga a origem dos jogos de tabuleiro segundo a magia e a arte divinatória.

Durante muitos anos, tem-se afirmado que o jogo de xadrez deve ter um significado simbólico muito maior que um mero passatempo. Entre outras coisas, ele tem sido associado ao treinamento mental, à estratégia militar, à mais complexa Matemática, à adivinhação, à Astronomia e à Astrologia. (...) Em sua monumental obra *Science and Civilization in China*, Joseph Needham afirma que uma técnica quase astrológica teria surgido na China entre os séculos I e II d. C., com a finalidade de determinar a condição de equilíbrio entre as qualidades complementares do Yin e Yang. Needham acredita que essa técnica adivinatória era adotada pelos adivinhos militares, tendo talvez servido de base para o jogo de tabuleiro que conhecemos como Chaturanga [o ancestral do xadrez]. (PENNICK, 1992, p. 209).

Uma vez que foi destacado que, segundo Huizinga, o elemento lúdico está na base do surgimento e desenvolvimento da civilização, a seguir será apresentada a história do xadrez fixando-se primeiramente nas similaridades entre o xadrez e a guerra, para depois abordar as principais escolas de pensamento do xadrez.

3.3 A HISTÓRIA DO XADREZ

Historicamente o xadrez tem sido classificado como um jogo de guerra (MURRAY, 1913, 1951; BELL, 1960). Em um jogo de guerra típico, dois jogadores conduzem um combate entre dois exércitos de força igual sobre um campo de batalha de extensão delimitada que não oferece vantagem inicial de território para cada lado.

Os jogadores não têm ajuda externa e só podem contar com suas faculdades de raciocínio, e normalmente vence o jogador cuja capacidade estratégica é maior, cujas forças estão colocadas de maneira mais efetiva, e cuja habilidade para prever posições é mais desenvolvida. (MURRAY, 1913, p. 25). Nos quadros sete e oito pode ser vista uma comparação entre o xadrez e a guerra.

QUADRO 10 – COMPARAÇÃO ENTRE O XADREZ E A GUERRA 1

	Conceito de Referência	Xadrez	Guerra
Materialidade do jogo	<i>Espaço</i>	<i>Tabuleiro</i>	<i>Terreno</i>
	(Área entre limites)	Sim	Sim
	<i>Tempo</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
	(Ação)	Individual	Simultânea
	<i>Material</i>	<i>Peças</i>	<i>Homens e máquinas</i>
	(Destruição)	Individual	Massivo em relação ao xadrez
	(Recursos externos)	Não	Sim
Teoria do jogo	(Exército)	Semblantes revelados	Dissimulados
	<i>Estratégia</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
	(Declaração política)	Jogador	Jogo
	(Elemento psicológico)	Jogador	Jogo
	(Experiência)	Sim	Sim
	(Cálculo)	Racional	Elemento de incerteza
	<i>Tática</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
	(Erro)	?	Sim
	(Sacrifício)	Jogador decide	Mais importante
	(Cálculo)	Sim	Sim
(Acaso)	Não	Sim	

FONTE: Adaptado de DEXTREIT e ENGEL (1984, p. 152).

QUADRO 11 – COMPARAÇÃO ENTRE O XADREZ E A GUERRA 2

Época	Acontecimento de guerra	Representante no xadrez	Palavra de ordem fundamental
XVI e XVII	Campanhas italianas	Grecco e Paolo Boi	Assalto e ataque
XVIII	Exército da revolução	Phillidor	O povo e os peões
XIX ⁽¹⁾	Napoleão	Morphy	Coordenação e combinação (guerra clássica 1)
XIX ⁽²⁾	Clausewitz	Steinitz	Teoria da focalização do combate (guerra clássica 2)
XIX ⁽³⁾	1ª Guerra Mundial (estrutura militar)	Tarrasch e Cluley	Fim da era de movimentação. Convergência para a noção de defesa (guerra clássica 3)
XX ⁽¹⁾	1ª Guerra Mundial (estrutura econômica)	Lasker	A essência da guerra torna-se psicológica
XX ⁽²⁾	Revolução Russa, Guerra de emancipação	Reti e Nimzovitch	Combate localizado. Mobilização da retaguarda
XX ⁽³⁾	Guerra Fria e dinamismo no terceiro mundo	Escola soviética	Dinamismo com objetivos posicionais

FONTE: DEXTREIT e ENGEL (1984, p. 167).

Similaridades entre estratégia e tática também podem ser encontradas no xadrez e na guerra, quando se observa o livro *A Arte da Guerra*, de Sun Tzu (TZU, 2002, 2004). Neste livro, que é considerado o mais antigo tratado militar existente, o autor apresenta alguns conselhos para o general que poderiam se aplicar ao enxadrista de competição:

I. Sonda os planos do inimigo e saberás qual estratégia será coroada de êxito e qual está fadada ao fracasso. II. Perturba o inimigo e faz com que ele revele seus movimentos. III. Descobre a disposição tática do inimigo e faz com que ele exponha seu local de batalha. IV. Coloca-o a prova e descobre onde sua força é pujante e onde é deficiente. V. A suprema tática consiste em dispor as tropas sem forma aparente. Então, os espiões mais penetrantes nada podem farejar, nem os sábios mais experientes poderão fazer planos contra ti. VI. Estabeleço planos para a vitória segundo essas táticas, mas o vulgo tem dificuldades em compreendê-las. Todos são capazes de ver os aspectos exteriores, mas ninguém pode compreender o caminho segundo o qual forjarei a vitória. VII. Jamais repitas uma tática vitoriosa, mas responde às circunstâncias segundo uma variedade infinita de métodos. (TZU, 2002, p. 65-66).

Outras similaridades entre uma batalha e uma partida de xadrez podem ser observadas no seguinte trecho em que Tzu descreve os elementos da arte da guerra:

(...) os elementos da arte da guerra são: primeiro, a medida do espaço; segundo, o cálculo das quantidades; terceiro, as estimativas; quarto, as comparações; e quinto, as probabilidades de vitória. A medida do espaço aplica-se ao terreno. As quantidades derivam da medida, os números das quantidades, as comparações dos números e a vitória, das comparações. Por “terreno” entendemos as distâncias e os tipos de solo; “medida” é estimativa. Antes de o exército partir, fazem-se estimativas com respeito ao grau de dificuldade do país inimigo; ao traçado retilíneo ou tortuoso das estradas; ao número de soldados; à quantidade de equipamento bélico e ao moral da tropa. Fazem-se cálculos para saber se o inimigo pode ser atacado, e só depois disso se procede à mobilização e ao recrutamento. (TZU, 2004, p. 46-47).

Na obra *A Arte da Guerra*, o pensador florentino Nicolau Maquiavel apresenta algumas regras gerais da disciplina militar que também possuem similaridades no jogo de xadrez:

Tudo que é útil para o inimigo deve ser prejudicial para ti; tudo o que é prejudicial para ele deve ser útil para ti. Quem está mais atento na observação das movimentações e dos planos do inimigo e se empenha mais no treinamento e na disciplina do exército será o menos exposto ao perigo e terá mais motivos para esperar êxito de seus empreendimentos. (...) Nenhum empreendimento tem mais probabilidade de êxito do que aquele que se oculta do inimigo até estar pronto para execução. (...) Se o general conhece perfeitamente a própria força e a do inimigo, dificilmente fracassará. (...) Quem é mais forte na infantaria do que na cavalaria, ou na cavalaria do que na infantaria, deve escolher terreno compatível. (...) Não é fácil evitar acidentes inesperados, porém os previstos podem ser facilmente evitados ou remediados. (MAQUIAVEL, 2003, p. 185-187).

Na obra *As 48 Leis do Poder*, Greene e Elffers (2000), ao analisar os princípios gerais do poder, apresentam uma lei que versa sobre a importância da imprevisibilidade no comportamento:

Os homens são criaturas de hábitos com uma necessidade insaciável de ver familiaridade nos atos alheios. A sua previsibilidade lhes dá um senso de controle. Vire a mesa: seja deliberadamente imprevisível. O comportamento que parece incoerente ou absurdo os manterá desorientados, e eles vão ficar exaustos tentando explicar seus movimentos. Levada ao extremo, esta estratégia pode intimidar e aterrorizar. (GREENE; ELFFERS, 2000, p. 152).

Greene e Elffers (2000) utilizam-se de uma série de fatos ocorridos em 1972, durante a disputa pelo título mundial de xadrez entre o norte-americano Bobby Fischer e o russo Boris Spassky, para ilustrar a observância desta lei.

Os autores concluem afirmando que:

O xadrez contém a essência da vida: primeiro, porque para vencer você tem que ser extremamente paciente; segundo, porque o jogo se baseia em padrões, seqüências inteiras de movimentos que já foram feitos antes e continuarão sendo feitos, com ligeiras alterações, em qualquer jogo. O adversário analisa os padrões que você está usando e os aproveita para tentar prever os seus movimentos. Não lhe dando nada de previsível em que basear sua estratégia, você consegue uma grande vantagem. No xadrez, como na vida, quando não conseguem imaginar o que você está fazendo, as pessoas ficam em estado de terror – aguardando, incertas, confusas. (GREENE; ELFFERS, 2000, p. 155).

Em sua obra seminal *A History of Chess*, o historiador do xadrez Harold Murray assinala que há aproximadamente mil e quinhentos anos, na Índia, surgiu o Chaturanga, que se transformou no atual jogo de xadrez.

Por intermédio de muitas guerras e na busca por novas rotas comerciais, o xadrez foi introduzido nos países ocidentais, e na Idade Média passou por algumas metamorfoses que o conduziram à forma atual.

A característica principal do xadrez praticado na Idade Média era a profunda elitização que sofria, sendo chamado “jogo dos reis e rei dos jogos”. Três fatos ocorreram no sentido de tornar o xadrez um jogo mais popular.

O primeiro se deu no século XV quando Gutenberg criou o tipo móvel, possibilitando a impressão de livros, inclusive de xadrez, como é o caso do *Arte breve y introduccion muy necessaria para saber jugar el Axedrez* (LUCENA, 1497), que é o livro mais antigo sobre o formato moderno do xadrez (que data do século XV) que chegou até os dias de hoje. Ricardo Calvo (CALVO, 1997, p. 13), historiador do xadrez e membro do grupo de historiadores do xadrez intitulado Grupo de Königstein, aponta que existem poucos exemplares desse raro livro no mundo espalhados em algumas bibliotecas, sendo que a Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro é uma delas¹⁵. Com a proliferação dos livros de xadrez ocorreu a primeira mudança no sentido de tornar o jogo de xadrez mais popular.

¹⁵ Em visita à Biblioteca Nacional, em 1998, o autor desta pesquisa teve a oportunidade de manusear um exemplar original deste importante livro.

O segundo fato ocorreu na Europa do leste, já no início do século XX, quando a recém-formada URSS adotou o jogo de xadrez como complemento à educação, tornando-se hegemônica nesse esporte. Para se ter uma idéia do impacto que a escola soviética de xadrez exerceu no resto do mundo, desde a criação da Federação Internacional de Xadrez (conhecida pelo acrônimo Fide do nome em francês *Fédération Internationale des Échecs*), em 1924 até 2006, dos 17 campeões mundiais somente 4 não vieram da URSS ou de sua área de influência. Nestes 82 anos de existência da Fide, por somente 10 anos não houve um campeão mundial de xadrez da URSS. Botvinnik (1960, p. 12) afirma que algumas características da escola soviética de xadrez podem ser encontradas já no século XIX, com nomes como Petroff (1799-1867) e Tchigorin (1850-1908). Shenk (2007, p. 168-169) assinala que entre os revolucionários bolcheviques havia uma profunda admiração pelo xadrez, sendo inclusive uma paixão do filósofo da revolução russa Karl Marx. Arrabal (1988, p. 135-138) afirma que Marx jogava muito bem xadrez, apresentando inclusive uma partida anotada em que o filósofo vence um jogador chamado Meyer. Fauber (1992, p. 294) informa que Lênin também foi um apaixonado pelo xadrez:

Chess grew in post-revolutionary Russia because of Vladimir Lenin's love of chess. It was Lenin's favorite recreation. When he was exiled to Siberia, he played correspondence chess and also contested games with the talented amateur A. N. Khardin in Samara. As Khardin's clerk, Lenin improved from a knight odds player to pawn and move. When Lenin ran the Bolshevik Party from his exile in Switzerland, he frequently played chess with passionate attention and frequently berated himself after a game for to the neglect of revolutionary activities. The writer Maxim Gorky described Lenin's ardent play and how he reacted to loss by becoming "as despondent as a child." In Geneva he was joined by Alexander Ilyin-Zhenevsky, a young student, with whom he formed a close bond on the eve of The Great War.

Shenk (2007, p. 169) afirma que também Leon Trotsky praticava o xadrez: "Leon Trotsky também levava muito a sério o xadrez, jogando freqüentemente em Viena e Paris antes da Revolução." Uma peça importante na disseminação do xadrez na URSS foi o comandante Nikolay Krilenko:

Não muito depois da tomada do poder, em 1917, Nikolay Krylenko, supremo comandante de Lênin no Exército soviético, adotou o xadrez como projeto pessoal. Considerando-o uma “arma científica da batalha no front cultural”, ele obteve sólido apoio governamental para o jogo, inclusive com assistência financeira para os jogadores mais promissores. Também organizou importantes torneios internacionais. “Levem o xadrez até os operários”, era um dos primeiros slogans do movimento pelo xadrez de Krylenko. (SHENK, 2007, p. 169).

Sobre os motivos para dos bolcheviques para promover o xadrez, Shenk afirma, citando Daniel King, que foram tanto de ordem ideológica quanto de ordem política.

“Os motivos dos bolcheviques para promoverem o xadrez eram tanto ideológicos quanto políticos”, esclarece o grande mestre britânico Daniel King. “Eles esperavam que esse jogo lógico e racional pudesse curar as massas da crença na Igreja ortodoxa russa. Mas também queriam provar a superioridade intelectual do povo soviético sobre as nações capitalistas. Colocando em termos simples: aquilo fazia parte da sua dominação mundial”. “Com o xadrez”, prossegue King, “eles descobriram algo extremamente vantajoso: o equipamento era barato de produzir; os torneios, relativamente fáceis de organizar; e tudo se fundamentava numa tradição já existente. Em pouco tempo já se viam clubes de xadrez nas fábricas, no Exército... Aquele vasto experimento social rapidamente produziu frutos.” (SHENK, 2007, p. 169).

O terceiro fato que contribuiu para a popularização do xadrez foi o surgimento dos computadores em meados do século XX e o advento da Internet, já no final do século XX. A partir da década de 50, na busca por construir máquinas inteligentes, ciências como Psicologia e Inteligência Artificial apresentaram estudos que aceleraram a produção de enxadristas eletrônicos culminando com o supercomputador da IBM *Deep Blue*, que em 1997 derrotou Garry Kasparov em um *re-match* de seis partidas, com resultado de 3,5 a 2,5 (KING, 1997). Os softwares e hardwares a cada dia tornam-se mais poderosos e imprescindíveis aos enxadristas de alto nível.

A Internet representa o apanágio desse terceiro momento por possibilitar o acesso quase instantâneo às informações referentes às partidas jogadas em torneios no mundo todo, além da possibilidade de jogar com pessoas do mundo todo em tempo real. Para se ter uma idéia do que representa a prática do xadrez pela Internet, basta comparar um clube de xadrez “real” com um clube “virtual”. Enquanto que um dos mais tradicionais clubes de xadrez do Brasil, o Clube de Xadrez de Curitiba, fundado em 1937, comporta no máximo 120 jogadores, o *Internet Chess Club* em um dia de semana

pela manhã¹⁶ tinha 1.294 jogadores *online*, incluindo 12 Grandes Mestres e 35 Mestres Internacionais.

Após esta introdução será abordada brevemente a história do xadrez focalizando algumas escolas de pensamento, fatos e enxadristas mais importantes de cada período. A seguir, pode ser visto o quadro 12 que apresenta a história do xadrez dividida em períodos.

QUADRO 12 – DIVISÃO DA HISTÓRIA DO XADREZ EM PERÍODOS

Período Antigo (± até 1500)	Período Moderno (± de 1500 até hoje)
a) Primitivo (± até 500 dC)	a) Romântico (± de 1500 a 1886)
b) Indiano (± de 500 a 600)	b) Científico (± de 1886 a 1916)
c) Persa (± de 600 a 700)	c) Hipermoderno (± de 1916 a 1946)
d) Árabe (± de 700 a 1400)	d) Eclético (± de 1946 até hoje)
e) Renascentista (± de 1400 a 1500)	e) Informático (± de 1996 até hoje)

FONTE: Adaptado de BRAVO (1996, p. 5).

3.3.1 Período Antigo (± até 1500)

O período antigo é composto por cinco subperíodos: Primitivo, Sânscrito, Persa, Árabe e Renascentista, e abrange aproximadamente mil e quinhentos anos da história do xadrez.

a) Subperíodo Primitivo (± até 500 dC)

A história primitiva da história do xadrez não pode ser estudada sem um conhecimento prévio de outros jogos de tabuleiro, pois é necessário observar os jogos que existiam antes do xadrez aparecer, e somente depois é possível entender as fontes e razões que fizeram surgir o xadrez. Historiadores do xadrez como Yuri Averbakh,

¹⁶ Acessado em 22/1/2007 às 11h30min.

acreditam na possibilidade do xadrez ter evoluído de um jogo de corrida, conforme pode ser visto na passagem a seguir:

The history of chess cannot be studied without a proper knowledge of the history of other board games. First it necessary to observe the games which had come into existence before chess appeared. Only after that we are able to understand the sources and reasons which guided to the origin of chess. The history of games in Old India shows that much simpler games were in existence before a complicated war game came into being. In particular, the direct predecessor was asthapada - a fourhanded race game on an 8x8 board where the movement of the game pieces was determined by the throw of dice. (AVERBAKH, 1999).

Deve-se destacar que essa questão não é um consenso entre os historiadores do xadrez, como pode ser visto nesta passagem:

The theory that chess is a development of an earlier race game involves the hypothesis that some reformer changed the whole nomenclature in order to make it self-consistent as a war game and secured the agreement of all his contemporaries. I find this hypothesis incredible. (MURRAY, 1913, p. 50).

b) Subperíodo Indiano (± de 500 a 600)

Murray assinala que o xadrez moderno é descendente direto de um antigo jogo indiano jogado no século VII da era cristã:

We must according conclude that our European chess is a direct descendant of Indian game played in the 7th century with substantially the same arrangement and method as in Europe five centuries later, the game having been adopted first by the Persians, then handed on by the Persians to the Muslim world, and finally borrowed from Islam by Christian Europe. (MURRAY, 1913, p. 27).

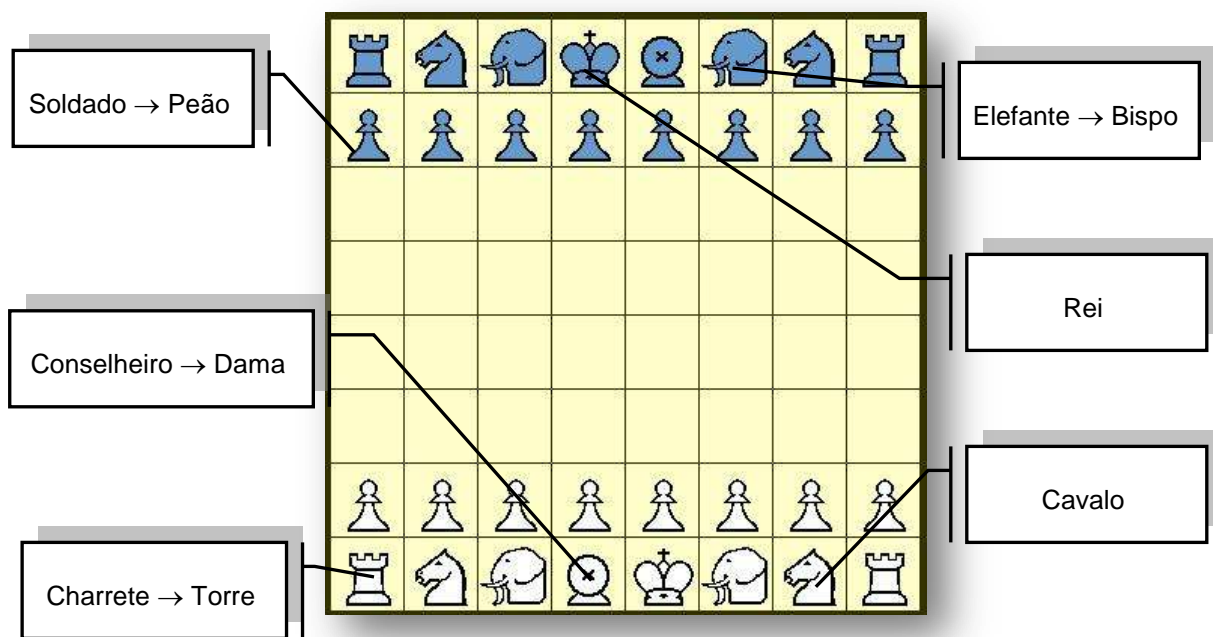
O jogo chamava-se chaturanga, que em sânscrito significa quadripartido, ou seja, dividido em quatro partes, pois o jogo incorporava os quatro elementos do exército indiano da época: infantaria (soldados a pé = os peões), cavalaria (os cavalos), charretes (as torres), elefantes (os bispos).

We are, therefore, entitled to conclude that the fourfold division of the Indian army into chariots, cavalry, elephants, and infantry, was a fact well recognized already before the commencement of our era. The same four elements – chariots, horse, elephants, foot-soldiers – appear as four out of the six different types of force in the board-game chaturanga. (MURRAY, 1913, p. 44).

Murray (1913, p. 46) destaca que no início, o jogo era praticado por duas pessoas: “...the comparative evidence of the non-Indian games tells strongly in favour of the original game of chaturanga having been for two players”. Mais tarde surgiu uma variação para quatro jogadores que se tornou popular.

Na variação para duas pessoas, cada jogador possuía dezesseis peças: um rei, um conselheiro (hoje a dama), dois elefantes (hoje os bispo), dois cavalos, duas charretes (hoje as torres) e oito soldados (atualmente os peões). A arrumação das peças era feita como mostra a figura 18. Pode-se observar que o tabuleiro era monocromático (de uma só cor).

FIGURA 18 – CHATURANGA PARA DUAS PESSOAS

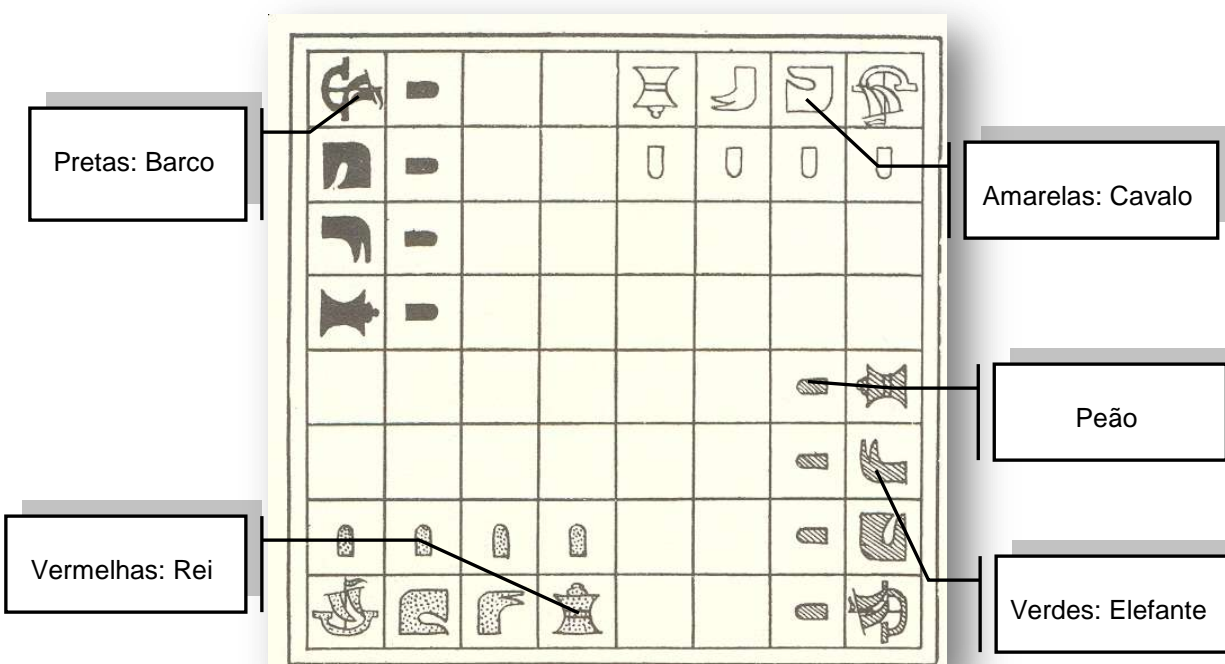


FONTE: Adaptado de MURRAY (1913, p. 46) e CHESSVARIANTS (2008).

Na forma para quatro pessoas (MURRAY, 1913, p. 69-76), cada jogador possuía oito peças: um rei, um cavalo, um elefante (movia-se como torre), um navio (movia-se duas casas na diagonal) e quatro soldados (os peões). A arrumação das peças era feita como mostra a figura 19. O tabuleiro era monocromático e as peças dos quatro jogadores diferenciavam-se pelas cores vermelha, verde, amarela e preta.

A peça a ser movimentada era definida por um lance de dados, embora uma variação sem os dados também era praticada na época.

FIGURA 19 – CHATURANGA PARA QUATRO PESSOAS



FONTE: MURRAY (1913, p. 69).

O chaturanga para duas pessoas acabou sendo a variação dominante, sendo esta a forma que foi transmitida aos Persas.

c) Subperíodo Persa (± de 600 a 700)

Por intermédio de trocas comerciais e culturais, o chaturanga chegou até a Pérsia. Murray (1913, p. 57), citando o livro do grande jogador árabe Al-Adli, escrito por volta de 840, destaca que o xadrez Persa foi tomado dos Indianos, e que os Árabes, por sua vez, tomaram dos Persas: “(...) this form is the form of chess which the Persians took from the Indians, and which we took from the Persians. The Persians altered some of the rules, as it agreed.”

Calvo (1997, p. 68), assinala que por volta do ano 600 o xadrez já estava bem estabelecido na Pérsia: “de los textos más primitivos se desprende que el juego ya estaba bien establecido en Persia alrededor del 600 AD”.

d) Subperíodo Árabe (± de 700 a 1400)

Com a Pérsia sendo conquistada pelos árabes em meados do século VII, houve um intercâmbio entre a cultura árabe e a persa, e os árabes passaram a conhecer o chaturanga. No dizer de Murray (1913, p. 187): “No can there be much doubt that the introduction of chess was a result of the conquest of Persia which took place between the years A.D. 638 and 651”.

Murray (1913, p. 187) diz que com os árabes, o chaturanga passou a ser chamado Shatranj:

The Persian consonant *ch* has never existed in Arabic, and had to be represented in Arabic by *sh* (...). The Arabic letter *j* which perhaps still retained the original sound of the “hard” *g* under the early caliphate, was used to represent the “hard” Persian *g*. (...) *Shatranj*, the Arabic name of chess, is accordingly the regular Arabicized form of the Persian *chatrang*.

Finkenzeller, Ziehr e Bühner (1989, p. 19) destacam que os mestres de xadrez mais antigos foram os árabes:

Los más antiguos maestros conocidos de la historia eran árabes: Aladli, Ar-Razi y As-Suli (muerto en 946). Al-Adli (fallecido en 850) publicó un manual en el que plasmaba la voluminosa teoría de su época sobre el juego, y durante mucho tiempo mostró maravillosas posiciones de problema. En 847 perdió un encuentro con Ar-Razi, que tuvo lugar en la corte del califa Al-Mutawakil. Por ello, Ar-Razi (muerto en 850) fue considerado el más fuerte jugador del momento. Redactó una obra, a la que el significativo título “La elegancia en ajedrez”.

Calvo aponta que parte do prestígio elitista do xadrez se fundamentava em sua associação com os saberes que eram transmitidos juntamente com ele, conforme pode ser visto na interessante passagem do livro de Al-Adli de 840:

Tres cosas se inventaron en la India sin que antes hubiese nada parecido en ningún otro lugar. Estas tres cosas son: el juego del ajedrez, las nueve cifras con las que se puede contar hasta el infinito, y el libro de fábulas Kalila y Dimna. En cambio, los hallazgos en medicina y astrología son discutidos por los griegos y los persas. (CALVO, 1997, p. 73).

Por volta do século VIII o xadrez foi introduzido na Europa pela invasão da Espanha pelos Mouros. Calvo assinala que embora os árabes tenham chegado à Península Ibérica a partir do ano de 711, a transmissão do jogo para os europeus ocorreu lentamente:

La invasión musulmana de la Península Ibérica a partir del año 711 arrastró, entre otras muchas cosas, un juego como el ajedrez. Pero la transmisión de un juego exige unas circunstancias propicias, entre ellas la convivencia pacífica, a nivel de la vida cotidiana frecuentemente compartida entre dos grupos humanos. Tales condiciones aparecen mucho más tarde, y la circunstancia bélica inicial hace impensable una transmisión temprana, tanto del ajedrez como de otros conocimientos orientales. (CALVO, 1997, p. 71).

Calvo (1997, p. 72) destaca que o xadrez só chegou em Córdoba no ano de 822: “El ajedrez se introduce en Córdoba en el año 822, de la mano de un músico procedente de Bagdad llamado Ziriab que ejerció una enorme influencia en las modas y costumbres. Las circunstancias han sido documentadas con suficiente precisión.”

Em 1283, a pedido de Alfonso X, rei de Castela e Leon, foi escrito o livro *Juegos diversos de Axedrez, dados, y tablas*. O livro cobria os principais jogos praticados na Europa da época.

No livro, Alfonso X explica o gosto medieval pelas diversões dizendo que:

Deus quis que os homens naturalmente tivessem todas as formas de alegria para que pudessem suportar os desgostos e tribulações da vida, quando lhes sobreviessem. Por isso os homens procuraram muitos modos de realizar com plenitude tal alegria e criaram diversos jogos que os divertissem. (LAUAND, 1988, p. 65).

Os jogos de raciocínio como o xadrez, segundo Alfonso X, levam vantagem sobre os esportes, pois:

(...) podem ser realizados tanto de noite como de dia, como podem também ser praticados pelas mulheres - que não cavalgam e ficam em casa -, pelos velhos e por aqueles que preferem ter suas distrações privadamente para não serem incomodados, ou ainda pelos que estão sob poder alheio em prisão ou cativeiro, ou viajando pelo mar. E, para todos em geral, quando há mau tempo e não se pode cavalgar, nem caçar, nem ir a parte alguma e forçosamente têm de ficar em suas casas e procurar algum tipo de jogo com que se distraiam, se ocupem e se reconfortem. (LAUAND, 1988, p. 66).

Murray destaca que o xadrez teve uma extraordinária penetração na Europa, e nos séculos XIII, XIV e XV gozou de uma popularidade provavelmente jamais igualada:





Perhaps the most remarkable features in the early history of chess in Europe are extraordinary rapidity with which the game became well know, and the completeness of its conquest of the leisured classes. (...) During the latter part of the Middle Ages, and especially from the thirteenth to the fifteenth century, chess attained to a popularity in Western Europe which has never been excelled, and probably never equalled at any later date. (MURRAY, 1913, p. 428).

e) Subperíodo Renascentista (± de 1400 a 1500)

Desde sua chegada na Europa por intermédio da expansão islâmica, o xadrez permaneceu praticamente inalterado por seis séculos, e nenhuma alteração significativa ocorreu no que tange às regras e peças. Mas, no final do século XV, a forma medieval do xadrez estava concorrendo com algumas variações do jogo: "Suddennly, in the closing years of the century, we find a new variety of chess disputing with the older game in popularity in Italy, France, and the Peninsula." (MURRAY, 1913, p. 776).

No novo jogo, duas peças foram modificadas: o al-fil transformou-se no bispo e a alferza tornou-se a dama, conforme pode ser visto no quadro 13 a seguir.

QUADRO 13 – COMPARAÇÃO ENTRE AL-FIL, ALFERZA, BISPO E DAMA

Símbolo	Nome	Movimento
	Al-fil	Podia mover-se para a segunda casa na diagonal em que se encontrava. Saltava a casa intermediária, estivesse ou não ocupada.
	Alferza	Podia mover-se uma casa na diagonal em que se encontrava.
	Bispo	Pode mover-se para qualquer casa ao longo da diagonal em que se encontra.
	Dama	Pode mover-se para qualquer casa ao longo da coluna, fileira ou diagonal, em que se encontra.

FONTE: Elaborado a partir de CALVO (1997, p. 70).

No dizer de Murray (1913, p. 776-777):

The Queen and Bishop simply exchanged their mediaeval rules and privileges for the moves which they still retain – the Queen moving at choice to any square in a diagonal, horizontal, or vertical direction, so long as the way is clear; the Bishop moving at choice to any square in a diagonal direction, so long as the way is clear.

As mudanças no movimento do bispo e da dama alteraram completamente o método de jogo do xadrez, pois a introdução de forças mais poderosas aceleraram o curso da partida, tornando as partidas mais rápidas que as praticadas com as regras do xadrez antigo. (MURRAY, 1913, p. 777).

Las consecuencias de este cambio para toda la teoría y práctica del juego fueran enormes, y afectan a toda la relación mutua de las piezas de ajedrez. Un simple peón puede decidir el final de la partida al transformarse en la poderosa dama al llegar a la octava línea del tablero. Esta transición del ajedrez medieval al moderno había tenido lugar en el último cuarto del siglo XV y son varias las teorías sobre el lugar concreto donde nació el revolucionario cambio. (CALVO, 1997, p. 95).

Murray (1913, p. 777) afirma que lamentavelmente não é possível precisar a data e o local que apareceu o xadrez moderno pela primeira vez:

Unfortunately, no early accounts of the new chess deal with it from the historical standpoint, and we are left without definitive evidence for the time and place of its first appearance, the reason for its invention, and the explanation of its rapid spread throughout Europe.

Murray critica a hipótese de que o novo xadrez tenha sido resultado do novo estilo de vida que a invenção da imprensa e as descobertas geográficas do século XV inauguraram, pois os outros jogos praticados na época permaneceram inalterados e não há razão para supor que teria afetado somente o xadrez. (1913, p. 778-779).

O sucesso do novo xadrez foi instantâneo, e na Itália e na Espanha o velho xadrez que havia reinado por seis séculos, já estava obsoleto em todos os locais por volta de 1510. E em todos os lugares o novo jogo substituiu o velho xadrez no tempo de uma simples geração. (MURRAY, 1913, p. 779-780).

3.3.2 Período Moderno (± de 1500 até hoje)

O período moderno é composto por cinco subperíodos: Romântico, Científico, Hipermoderno, Eclético e Informático, e abrange quinhentos anos da história do xadrez.

a) Subperíodo Romântico (± de 1500 a 1886)

O termo romântico no xadrez é aplicado a uma escola de pensamento do século XIX que tinha como principal característica a preocupação estética durante a execução dos lances na partida. Os jogadores pautavam seu jogo na busca por elementos criativos, em detrimento do mero resultado desportivo. Para o jogador romântico não bastava ganhar, mas tinha que ser feito com estilo, o que muitas vezes conduzia a derrota. O jogo aberto, com ataque rápido e fulminante cheio de belas combinações com sacrifícios de peças, foi marca registrada do movimento. No entanto, antes de abordar essa escola, será feito uma breve descrição dos eventos precursores do movimento romântico nos séculos XV a XVIII.

Antes do surgimento da imprensa, em meados do século XV, os livros eram escritos e copiados à mão, por monges, alunos e escribas sendo que cada cópia de livro demorava meses para ser finalizado, o que tornava o seu preço elevadíssimo e inacessível para a maioria das pessoas. Mas com a criação do tipo móvel, por Gutenberg, livros de xadrez com análise de partidas estavam agora disponíveis para muitas pessoas. (AGUILERA; PÉREZ, 1984, p. 11).

Dentre os pioneiros do novo xadrez nos séculos XV e XVI, podem-se destacar os seguintes nomes: Pedro Damiano (Portugal, 1480-1544), Paolo Boi (Itália, 1528-1598), Ruy López de Segura (Espanha, 1540-1580), Giovanni Leonardo da Cutri (Itália, 1542-1587), e Alessandro Salvio (Itália, 1570-1640).

A forma de jogar nesta época era bastante simples e os planos ingênuos como pode ser visto na obra de Lucena:

(...) se jogares à noite com uma só candeia, faz, se puderes, com que ela fique à tua esquerda para que não turbe tanto a tua visão; se jogares de dia, faz com que o adversário fique de frente para a luz e terás uma grande vantagem; neste jogo também interessa o que o adversário tenha comido e bebido, se bem que, para jogar muito tempo, convém ter comido algo leve, para que não perturbe a cabeça ou beber que seja água e não vinho de forma alguma; e ao que seja estudante, se quer que lhe aproveite tanto ao engenho quanto à memória, que jogue pouco tempo e que o preço seja tão pequeno que, perdido, não lhe pese, porque, de outra forma, lhe alteraria o engenho e perturbaria a memória. (LUCENA, 1497, p. 3).

Durante os séculos XV e XVI o xadrez foi um jogo de *ciladas* e o melhor jogador era aquele que conhecia mais armadilhas, e não a melhor estratégia. Uma evolução importante na técnica enxadrística se deu no século XVII com o italiano Gioacchino Greco (1600-1634), que orientava seu jogo não mais pela armadilha rudimentar, mas sim pelo ataque fundamentado na concentração rápida de forças no setor do tabuleiro onde se encontrava o rei adversário e, se preciso, utilizando brilhantes sacrifícios de material (RÚA, 1973, p. 14-15).

O primeiro grande avanço qualitativo na planificação ocorreu no século XVIII com o francês François André Danican Philidor (1726-1795). Ele foi o primeiro jogador a conceber um plano que abarcasse toda a partida, e, ao contrário dos seus contemporâneos, concebeu a partida como uma unidade, onde características básicas

e invariáveis governam diferentes tipos de posições. Estas características eram basicamente formadas pelos peões, sendo que a vitória ou a derrota dependeria inteiramente do seu bom ou mau arranjo no tabuleiro. Sua conhecida proposição de que os peões são a alma do xadrez reflete bem a importância que atribuía a eles (FAUBER, 1992, p. 6-11).

Para Philidor, os peões, por serem mais fixos que as peças, constituem elementos da estrutura da posição. A forma com que se coloca o “esqueleto” de peões determina o caráter de uma posição, e portanto, o plano apropriado para explorá-la. Philidor demonstrou o valor do peão no lento manobrar com o propósito de abrir linhas e de obstruir aquelas dominadas pelo inimigo. Ensinou como assaltar uma posição sólida com o avanço de uma falange de peões e com o apoio das peças colocadas atrás deles (LASKER, 1941, p. 199).

Isto representou uma revolução para o xadrez, pois forneceu a idéia de que a partida é um todo integrado no qual a realização de um conjunto de metas leva a realização de outros, por estágios, até uma eventual vitória (FAUBER, 1992, p. 10). Lamentavelmente, depois da morte de Philidor iniciou-se um processo de abandono das suas idéias para retornar aos ideais da tática, buscando desenvolver as peças rapidamente e concentrar forças sobre o rei adversário (RÚA, 1973, p. 23-24).

Os principais representantes do movimento romântico no xadrez foram Adolf Anderssen (1818-1879), Paul Morphy (1837-1884), e Joseph Henry Blackburne (1841-1924). Durante este período a combinação foi a arma única e poderosa de combate e não se jogava para ganhar, senão para fazer sacrifícios brilhantes. (AGUILERA; PÉREZ, 1984, p. 27). Morphy foi o melhor jogador deste período e suas contribuições para o desenvolvimento do xadrez são indeléveis:

En dos direcciones se dirige la aportación esencial de Morphy en el terreno de la técnica ajedrecística, es decir en el conocimiento de los principios posicionales que se popularizarían más tarde. El primer principio (...) estipula que cada jugada debe contribuir en lo posible al desarrollo; el segundo afirma que el buen desarrollo se hace tanto más efectivo cuanto de la posición abierta. Esto equivale a decir que al bando mejor desarrollado le interesa abrir el juego y al peor desarrollado mantenerlo cerrado en lo posible. (RETI, 1921, p. 22).

Morphy foi o primeiro jogador a compreender a essência das posições abertas (aquelas onde as peças podem trafegar livremente), lançando assim as bases posicionais para o ataque. Desde a primeira jogada, Morphy preocupava-se em melhorar a colocação de suas peças com vistas a proporcionar-lhes o máximo de ação e coordenação para uma atuação comum, sem perder nem um só tempo (jogada), ou seja, proporcionando às peças o máximo de efeito com um mínimo de movimentos (RETI, 1930, p. 23).

b) Subperíodo Científico (± de 1886 a 1946)

Aqui serão abordados três ex-campeões mundiais e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do xadrez: Wilhelm Steinitz (Tchecoslovaquia, 1836-1900) e a escola posicional, Emanuel Lasker (Alemanha, 1868-1941) e a escola psicológica, e José Raúl Capablanca (Cuba, 1888-1942) e a teoria da simplificação.

O criador da escola científica foi Steinitz que, com suas idéias lançou as bases do xadrez moderno, e por isso é considerado uma espécie de Aristóteles do xadrez (FAUBER, 1992, p. 69). Suas idéias estão incorporadas no que se chama hoje de xadrez posicional. Reti expressa bem as diferenças entre as escolas Romântica e Científica quando analisa os estilos de Morphy e Steinitz:

Morphy era muy superior a sus coetáneos en las partidas abiertas, ya que había descubierto el secreto siguiente: el desarrollo acelerado de las piezas constituye el punto decisivo. Las partidas cerradas eran su lado débil, y en ellas no superaba a los maestros de su tiempo. Cerradas eran casi todas las partidas que perdió Morphy. A otro jugador le tocaba revelarnos nuevos conocimientos en este campo: Wilhelm Steinitz. Steinitz sabía que las posiciones cerradas no dependen tanto del desarrollo de las piezas como de ciertas ventajas posicionales duraderas. Estas se caracterizan a través del material existente en el tablero y de la estructura de peones. (RETI, 1921, p. 27).

Os planos de Steinitz eram novos, baseados no acúmulo de pequenas vantagens que o adversário cede, onde se consideradas separadamente, nada representam, mas acumuladas podem constituir uma vantagem decisiva. Um dos

méritos de Steinitz foi perceber que uma partida de xadrez gira em torno de um delicado equilíbrio de forças.

Para conseguir vantagem em um desses elementos (tempo, espaço e matéria), deve-se ceder algum outro tipo de vantagem de igual ou aproximado valor. Em outras palavras, nada se obtém grátis em uma partida bem equilibrada de xadrez. Steinitz foi campeão mundial por 28 anos, de 1866 a 1894, quando perdeu o título mundial para Emanuel Lasker. Kasparov assim descreveu Steinitz:

Steinitz efetivamente dominou o xadrez a partir do início da década de 1870. Ele era um ardente defensor do método científico, que podia, em sua opinião, prover a chave para a resolução de qualquer problema que surgisse sobre o tabuleiro. Foi o primeiro a dividir a posição em elementos, a captar seus fatores mais importantes e a estabelecer os princípios gerais de estratégia. Essa foi uma grande descoberta, um ponto de virada na história do xadrez! Mas na prática Steinitz freqüentemente superestimava a importância da teoria de jogo posicional que ele havia criado, e confiava excessivamente em princípios abstratos. Bem, ele era uma verdadeira criança de sua época materialista, quando prevalecia a ingênua crença na onipotência da ciência e na inevitabilidade de que logo todos os processos naturais seriam completamente compreendidos. (KASPAROV, 2004, p. 8).

A investigação de Steinitz começou partindo do princípio que o plano deve ter uma razão. Ele percebeu que o plano, ao ser uma prescrição ou regra para alcançar êxito no tabuleiro de xadrez, não podia basear-se na genialidade do jogador (como se acreditava na sua época), mas sim deveria ser procurado na posição das peças sobre o tabuleiro, e a ferramenta para este propósito deveria ser a avaliação (LASKER, 1947, p. 206).

Portanto, a base de um plano magistral deve ser sempre uma avaliação. Embora valorizar, avaliar, julgar, estimar algo não proporcione um conhecimento exato do que está sendo avaliado, este conhecimento por estimativa, ainda que não seja exato, constitui um guia eficaz para o jogador (LASKER, 1947, p. 208).

No núcleo da teoria de Steinitz encontra-se o conceito de equilíbrio da posição, que pode ser expresso assim: se as vantagens que um jogador possui são compensadas pelas vantagens do seu adversário a posição está equilibrada. Nestes casos não se deve empreender nenhum ataque visando ganho imediato. A idéia de

equilíbrio é suficiente para convencer que em posições equilibradas o melhor jogo de ambos os lados deve levar a posições também equilibradas. Somente através de perturbações no equilíbrio da posição, de modo que um jogador obtenha uma vantagem, sem compensação para o adversário, pode-se atacar com intenção de ganhar (LASKER, 1947, p. 231).

Uma vez que não se deve esperar nada grátis numa partida bem jogada, o enxadrista deve jogar com vistas ao acúmulo de pequenas vantagens, que, embora isoladas nada signifiquem, consideradas no conjunto representam uma grande vantagem. Essa grande vantagem surgida mediante a acumulação de pequenas vantagens desemboca numa combinação vencedora (LASKER, 1947, p. 214-216).

No jogo prático, Steinitz esforçou-se por transformar as pequenas vantagens, que desaparecem rapidamente, em pequenas vantagens duradouras, para depois acumulá-las. Estas vantagens duradouras eram: o isolamento de um peão inimigo; a maioria de peões no flanco da dama longe do rei contrário; a debilitação da estrutura dos peões adversários (em particular, os próximos ao rei); um posto avançado que não pode ser atacado; o domínio de linhas abertas (LASKER, 1947, p. 221).

Os princípios de Steinitz foram resumidos por Kotov (1989, p. 33-34) em quatro regras: 1) O lado dominante deve atacar, e deve fazê-lo, caso contrário correrá o risco de perder a vantagem. Deverá atacar o ponto mais fraco da posição do adversário. 2) O lado que está na defensiva deve continuar defendendo-se e fazer concessões de tempos em tempos. 3) Em toda posição equilibrada os dois lados manobram procurando inclinar o equilíbrio a seu favor. Mas uma posição equilibrada gerará outras também equilibradas, se os jogadores jogarem com precisão. 4) A vantagem pode ser grande e indivisível ou um conjunto de pequenas vantagens. O lado superior deverá acumular pequenas vantagens e transformar as vantagens variáveis em constantes.

De todos os grandes mestres que marcharam pelos caminhos descobertos por Steinitz, Lasker foi o que chegou mais longe e que, assimilando as idéias posicionais, revestiu suas atuações com um selo pessoal tão luminoso e distinto, que se pode dizer que constituiu um novo sistema (AGUILERA; PÉREZ, 1984, p. 143).

Como Steinitz, Lasker também procurou desvendar os princípios fundamentais que regem a conduta da partida de xadrez, mas posicionou o escopo de sua análise tanto na técnica quanto nas idiosincrasias do enxadrista. O seu estilo, que consistia em desequilibrar a posição nem sempre realizando as melhores jogadas, mas sim fazendo o lance mais desagradável para cada adversário.

Reti, ao analisar o estilo psicológico de Lasker, fez o interessante comentário:

Al estudiar las partidas de Lasker, jugadas en los torneos, reconocí que, a primera vista, en el curso parece tener una suerte increíble. Hay torneos en los que quedaba primero y durante los cuales ganó casi todas las partidas, a pesar de que la mitad de casi todas ellas se había encontrado a punto de perder, de modo que, muchos decían de una influencia hipnótica de Lasker sobre sus adversarios. ¿Qué es la verdad? Me esforcé nuevamente en descubrir el secreto de sus partidas, estudié el por qué de sus éxitos. Es un hecho que no se puede negar: Lasker establece siempre mal sus partidas, cien veces va a la pérdida y, sin embargo, las gana. La hipótesis de tanta suerte es inverosímil. Un hombre que consigue tantos éxitos, debe de poseer una fuerza sorprendente, ¿por qué tantas veces una situación tan mala de pérdida? Solamente queda una contestación que parece sólo una paradoja al juzgarla superficialmente: Lasker, a menudo, intencionadamente juega mal. (RETI, 1930, p. 69).

Esta escola fundada por Lasker, recebeu o nome de Escola Psicológica. Kasparov escreveu o seguinte sobre Lasker:

Nativo da Alemanha, doutor em filosofia e matemática, Lasker foi o primeiro, e naquela época o único, jogador a apreciar a importância de fatores psicológicos. Sendo um excelente tático e estrategista, ao mesmo tempo ele percebeu que a arte de explorar as deficiências do oponente era às vezes muito mais importante que a habilidade de fazer os lances corretos. Um profundo conhecimento da psicologia humana e uma compreensão do valor relativo da estratégia no xadrez ajudaram-no a vencer quase todos os eventos em que competiu e a manter seu título de campeão por 27 longos anos. Um record absoluto! (KASPAROV, 2004, p. 8).

Nikolai Krogius (KROGIUS, 1976), psicólogo e Grande Mestre de xadrez, levantou a hipótese que Lasker retirava informações não somente da análise das partidas de seus adversários, mas também do contato direto com eles. Para testar esta hipótese, ele conduziu uma análise comparativa dos resultados de Lasker contra jogadores do nível de Grande Mestre. Krogius esclarece o objetivo do estudo:

The concrete aim of this research was to clarify the influence of the result of the first game (i. e. the first direct contact over the board) on the outcome of subsequent games against the same opponent during the peak period of his mastery (1895-1925). (KROGIUS, 1976, p. 176).

Os resultados da pesquisa de Krogius podem ser visto na tabela a seguir.

TABELA 1 – O ESTUDO DE KROGIUS SOBRE LASKER

Adversário de Lasker	Resultado da primeira partida ¹⁷	Torneio	Resultados totais de partidas subseqüentes contra os mesmos oponentes
Maroczy	0,5	Nuremberg, 1896	42 em 63 66,7%
Marshall	0	Paris, 1900	
Bernstein	0,5	São Petersburgo, 1909	
Rubinstein	0		
Alekhine	0,5	São Petersburgo, 1914	
Capablanca	0,5		
Bogoljibow	1	Mährisch-Ostrau, 1923	
Grunfeld	0,5		
Reti	1		
Média do resultado da primeira partida: 4,5 em 9: 50%			

FONTE: KROGIUS (1976, p. 177).

Krogius (1976, p. 177) conclui afirmando que a comparação dos resultados das primeiras partidas (50%) com as subseqüentes (66,7%) justifica a afirmação que foi muito importante para Lasker estudar seus oponentes através do contato direto.

Após manter-se como Campeão Mundial por 27 anos, de 1894 a 1921, Lasker perdeu o título para o cubano José Raúl Capablanca.

Capablanca, mestre do xadrez posicional, foi um dos melhores jogadores de todos os tempos. Aprendeu o jogo aos quatro anos e demonstrou uma aptidão natural para o xadrez jamais vista. Era praticamente imbatível e não perdeu nenhuma partida oficial de 1915 a 1924, mas enfim foi derrotado em um *match* valendo o título mundial em 1927 por Alexander Alekhine.

Com uma visão clara e rápida do tabuleiro, alimentada por uma boa intuição, Capablanca sabia eliminar com facilidade as peças em jogo de tal forma que se

¹⁷ Vitória: 1, empate: 0,5 e derrota: 0.

perfilasse para si uma indubitável superioridade, com freqüência apoiada nas mais inesperadas circunstâncias. Quando a vantagem alcançada era claramente insuficiente para a vitória, Capablanca mantinha a batalha com renovados temas de luta, de tal maneira que no processo destas manobras surgisse a ocasião para por em prática sua capacidade simplificadora, aumentando sua superioridade com uma nova vantagem, desta vez decisiva (AGUILERA; PÉREZ, 1984, p. 23).

Para Capablanca cada partida era única e cada lance que executava tinha significação particular. Ao contrário do princípio de Morphy que estabelecia para a abertura o desenvolvimento de uma peça em cada lance, sua idéia era que uma peça deve ser jogada quando e onde seu desenvolvimento se encaixe no plano de jogo que o enxadrista tem em mente. Kasparov disse as seguintes palavras sobre Capablanca:

“A máquina de xadrez”, como costumava ser chamado o gênio cubano, por conta da pureza de seu estilo de jogo. Um favorito do público, ele era uma pessoa de maneiras refinadas e um homem do mundo. O grande Capa esmagava seus oponentes aparentemente sem o menor esforço, com formidável facilidade e elegância. Também era cativante o fato de ele conquistar suas brilhantes vitórias aparentemente sem qualquer trabalho sério de preparação. (KASPAROV, 2004, p. 8, 9).

c) Subperíodo Hipermoderno (± de 1916 a 1946)

O Hipermodernismo é uma escola de pensamento enxadrístico que preconiza, dentre outras coisas, o controle à distância do centro do tabuleiro com peças ao invés do uso ortodoxo de peões, ao mesmo tempo em que convida o oponente para que o faça com seus peões, os quais se converterão em alvo constante de ataques posteriores.

Com a descoberta das leis que governam o jogo posicional o xadrez passou por um período um pouco “engessado”, onde, para obter a vitória, os dogmas clássicos deveriam ser sempre observados. Foi então que, na primeira metade do século XX, surgiram jovens talentosos enxadristas que romperam com os dogmas clássicos de Steinitz e desenvolveram a escola de pensamento chamada Hipermodernismo.

Kasparov, (2004, p. 286, 287) destaca que os pilares do movimento eram Aaron Nimzowitsch (Letônia, 1886-1935), Richard Reti (Eslováquia, 1889-1929), e Gyula Breyer (Hungria, 1893-1921), e seus apoiadores foram o ex-campeão mundial Alexander Alekhine (Rússia, 1892-1946), Efim Bogoljubow (Ucrânia, 1889-1952), Savielly Tartakower (Rússia, 1887-1956), Ernst Franz Grünfeld (Áustria, 1893-1962). O Grande teórico e inovador foi Nimzowitsch, que refinou substancialmente e expandiu a aplicação dos princípios de Steinitz, ao colocar em prática várias idéias revolucionárias para a teoria do xadrez. Reti assim descreve o movimento:

Mientras los jóvenes maestros estábamos aprendiendo a conocer el método propio de Capablanca que estipula que toda jugada debe estar inserta en un plan y no tiene valor por sí (regla que contraviene a veces el principio de Morphy por el cual cada jugada debe acelerar el desarrollo), empezamos a constatar que ya no servían las jugadas que pasaban por ser naturales y eran efectuadas de modo rutinario por cualquier jugador experimentado. Este es un caso especial en las ideas generales presentadas por los modernos. De ahí concluimos que existe ante todo una diferencia de principio entre las leyes científicas que se dan en la Física o las Matemáticas y las, así llamadas, reglas de ajedrez. Tal diferencia se esclarece cuando observamos que las leyes naturales tienen una aplicación universal, mientras que los principios estratégicos generales del ajedrez constituyen axiomas prácticos que en algunos casos tienen sus excepciones. Sucede lo mismo con los principios de ajedrez que con las reglas universales de conducta en la vida: no basta con que el hombre actúe invariablemente de acuerdo con los más reconocidos principios para que se convierta forzosamente en un individuo de grandeza sin igual. (RETI, 1921, p. 65).

Em 1924, foi fundada em Paris a Fédération Internationale des Échcs (Fide), que conta hoje¹⁸ com 161 países membros. Em junho de 1999, a Fide foi reconhecida pelo International Olympic Committee (IOC) como uma Federação Esportiva Internacional, sendo que realiza atividades enxadrísticas para milhões de jogadores ao redor do mundo.

Com a morte de Alekhine em 1946 o título mundial ficou vago e a Fide passou a regulamentar a disputa pelo título, sendo que a primeira aconteceu em 1948 e foi vencida por Mikhail Botvinnik (Rússia).

¹⁸ <http://www.fide.com/fide/fide-history>. Acesso em 24/11/2009.

d) Subperíodo Eclético (± de 1946 até hoje)

Esta fase é caracterizada pela utilização e refinamento dos princípios descobertos pelas escolas anteriores de pensamento. Estes Grandes Mestres contemporâneos são exímios tanto na tática quanto na estratégia, embora muitas vezes seu estilo possa pender para o jogo posicional, como Jaime Sunye (Brasil, 1957-) ou para o tático como Garry Kasparov (Azerbaijão, 1963-).

A partir da segunda metade do século XX, os campeões mundiais oficiais da FIDE a partir daí foram: Vasily Smyslov (Rússia, 1921-), Mikhail Thal (Letônia, 1936-1992), Tigran Petrossian (Geórgia, 1929-1984), Boris Spassky (Rússia, 1937-), Robert Fischer (EUA, 1943-2008), Anatoly Karpov (Rússia, 1951-), Garry Kasparov (Azerbaijão, 1963-), Alexander Khalifman (Rússia, 1966-), Viswanathan Anand (Índia, 1969-), Ruslan Ponomariov¹⁹ (Ucrânia, 1983-), Rustam Kasindzhanov (Uzbequistão, 1979-), Veselin Topalov (Bulgária, 1975-), Vladimir Kramnik (Rússia, 1975-). Veja, na página seguinte, um quadro resumo dos campeões mundiais de xadrez da Fide.

É característico dos jogadores do estilo eclético possuir uma aguçada compreensão de quais são os elementos relevantes de uma posição enxadrística. Neste sentido, Kotov (1989, p. 30-31) destaca que os elementos fundamentais de qualquer posição podem ser agrupados numa lista com dezessete tipos de vantagens, sendo doze constantes e cinco variáveis. Vantagens constantes: 1) superioridade material; 2) posição deficiente do rei contrário; 3) presença de um peão passado; 4) peões fracos; 5) casas fracas; 6) debilidade na periferia; 7) “ilhas” de peões; 8) centro sólido de peões; 9) vantagem do par de bispos; 10) posse de uma coluna aberta; 11) domínio de uma diagonal aberta; 12) domínio de uma fila aberta. Vantagens variáveis: 1) mau posicionamento de uma peça; 2) falta de harmonia na distribuição das peças; 3) superioridade no desenvolvimento das forças; 4) pressão no centro exercida por peças; 5) superioridade espacial. Entretanto, estes dezessete elementos podem ser resumidos em apenas quatro: 1) pontos e peões fracos; 2) colunas e filas abertas; 3) centro e espaço; 4) peças bem situadas e preponderância na evolução das mesmas quando a

¹⁹ Aos 18 anos de idade, tornou-se o mais jovem campeão mundial da história.

posição do rei contrário é deficiente, ou a disposição das peças do adversário carece de harmonia, ou ainda uma das peças do adversário não está bem situada. (KOTOV, 1989, p. 34). Por outro lado, Pachman (1967, p. 16) assinala que os fatores que determinam o caráter da posição são: 1) relação material, isto é, igualdade ou superioridade material de um lado; 2) o poder de cada peça; 3) a qualidade de cada peão; 4) a posição dos peões, isto é, sua estrutura; 5) a posição dos reis; 6) cooperação entre as peças.

QUADRO 14 – OS CAMPEÕES MUNDIAIS DE XADREZ

N	Nome	* †	País	Período
1	Paul Morphy	1837-1884	EUA	1858-62
2	Wilhelm Steinitz	1836 -1900	República Tcheca	1866-94
3	Emanuel Lasker	1868 -1941	Alemanha	1894-1921
4	José Raul Capablanca	1888 -1942	Cuba	1921-27
5	Alexander Alekhine ²⁰	1892 -1946	Rússia	1927-35
6	Max Euwe	1901 -1981	Holanda	1935-37
5	Alexander Alekhine	1892 -1946	Rússia	1937-46
7	Mikhail Botvinnik	1911 -1995	Rússia	1948-57
8	Vasily Smyslov	1921 -	Rússia	1957-58
7	Mikhail Botvinnik	1911 -1995	Rússia	1958-60
9	Mikhail Tal	1936 -1992	Letônia	1960-61
7	Mikhail Botvinnik	1911 -1995	Rússia	1961-63
10	Tigran Petrosian	1929 -1984	Geórgia	1963-69
11	Boris Spassky	1937 -	Rússia	1969-72
12	Robert Fischer	1943 - 2008	EUA	1972-75
13	Anatoly Karpov	1951 -	Rússia	1975-85
14	Garry Kasparov ²¹	1963 -	Azerbaijão	1985-90
13	Anatoly Karpov	1951 -	Rússia	1991-98
15	Alexander Khalifman	1966 -	Rússia	1999-2000
20	Viswanathan Anand	1969 -	Índia	2000-01
16	Ruslan Ponomariov	1983 -	Ucrânia	2001-02
17	Rustam kasimdzhanov	1979 -	Uzbequistão	2002-04
18	Veselin Topalov	1975 -	Bulgária	2004-05
19	Vladimir Kramnik	1975 -	Rússia	2005-07
20	Viswanathan Anand	1969 -	Índia	2007-

FONTE: Elaborado a partir de KASPAROV (2004, p. 8-11); e THE WORLD CHESS CHAMPIONSHIP (2007).

²⁰ Antes de 1948, o Campeonato do Mundo de Xadrez era regido por normas impostas pelo campeão mundial, mas após a morte de Alekhine a Fide passou a regulamentar o confronto pelo título mundial. Portanto, os campeões mundiais de 1 a 6 são campeões pré-Fide.

²¹ Em 1993, Kasparov e Short criaram a *Professional Chess Association* (PCA), por não concordarem com as determinações da Fide para o seu *match* pelo título mundial, recusando-se assim a jogarem sob a jurisdição da Fide. Em decorrência desta cisão, no período de 1991 a 2005 houve dois campeões mundiais não reconhecidos pela Fide: Kasparov (1991-2000), e Kramnik (de 2000 a 2005, ano da unificação dos títulos mundiais da Fide e PCA).

e) Subperíodo Informático (± de 1996 até hoje)

Durante séculos os homens ficaram fascinados com a idéia de construir máquinas capazes de resolver as mais difíceis tarefas. Homens de todas as épocas sonharam e especularam sobre realizações além do escopo da tecnologia do seu tempo. Quando as pessoas foram confrontadas com máquinas que realizavam tarefas num inexplicável alto nível, muitos estavam dispostos a acreditar que a ciência e a tecnologia tinham tornado isso possível, ao invés de duvidarem dos resultados da máquina (ALLIS, 1994, p. 17).

Neste sentido, em 1769, o barão Wolfgang von Kempelen apresentou ao mundo o Turco, seu autômato que jogava xadrez. Esta foi a primeira máquina que criou a ilusão de possuir habilidades mentais: jogar xadrez em um nível elevado. Na verdade, o Turco era uma fraude, pois no seu interior havia um enxadrista escondido. (FABER, 1983; STANDAGE, 2002).

O escritor norte americano Edgar Allan Poe jogou contra o autômato em 1835 e descreveu o funcionamento da máquina no conto *O Jogador de Xadrez de Maelzel* (POE, 1978, p. 399-430). O autômato também é o elemento central do romance histórico do escritor alemão Robert Löhr, intitulado *A Máquina de Xadrez*. (LÖHR, 2007).

Com o surgimento dos primeiros computadores surgiram também os primeiros programas para jogar xadrez (KAPLAN, 1980; HARDING, 1981; PACHMAN; KÜHNMUND, 1986), o que levou um otimismo excessivo por parte de Herbert Simon em 1957 quando afirmou que dentro dos próximos 10 anos um computador digital seria capaz de bater um Campeão Mundial.

Esta previsão levou 38 anos para se realizar e, em 10 de fevereiro de 1996, o Campeão Mundial Garry Kasparov perdeu uma partida em um match contra o supercomputador Deep Blue, mas o resultado do *match* foi vitória de Kasparov com 3 vitórias, 2 empates e 1 derrota, num total de 6 partidas. O caderno *Mais!* da *Folha de São Paulo* (24/03/1996) estampou a seguinte manchete: “Xeque-mate na razão”.

No encontro seguinte, em maio de 1997, Deep Blue derrotou Kasparov em um match de 6 partidas com resultado de 2 vitórias, 3 empates e 1 derrota. O encontro teve ampla cobertura da imprensa (capa da revista *Veja* de 07/05/1997), e após a derrota de Kasparov, podiam-se ver manchetes como: “A humanidade em xeque” (*Folha de São Paulo* de 18/05/1997), “Armagedon!, Deep Blue wins 3,5-2,5” (*Revista Inside Chess* de 09/06/1997).

A partir desta data marcante para o xadrez mundial, praticamente todos os jogadores de alto nível utilizam os recursos da informática na preparação e análise dos seus jogos. Uma vez que jogar bem xadrez é considerado por muitos uma atividade complexa, no item seguinte será discutida a complexidade no xadrez.

3.4 A BIBLIOTECA DE CAÍSSA²²: O JOGO DE XADREZ COMO ATIVIDADE COMPLEXA

O escritor argentino Jorge Luis Borges, no conto *A Biblioteca de Babel* (BORGES, 1941), narra uma realidade em que o mundo é constituído por uma biblioteca infinita, abrigando uma quantidade infinita de livros. Nesta biblioteca estão todos os livros possíveis: os já escritos, os que ainda serão escritos e os que nunca serão escritos. No entanto, afirma Dennet, a grande maioria desses livros não possui estrutura gramatical que faça sentido.

Se um dia você fosse parar por acaso na biblioteca, sua chance de chegar a encontrar um volume com pelo menos uma frase gramatical seria tão evanescentemente pequena que poderíamos muito bem escrever isso com letra maiúscula – “Evanescentemente” pequeno – e lhe dar um parceiro, “Vastamente”, significando “Muitíssimo mais que astronomicamente”. (DENNET, 1988, p. 114).

²² Lendária deusa do xadrez que surgiu no poema *Scacchia Ludus*, de Vida, no século XVI. Foi popularizada no poema *Caissa*, escrito por William Jones em 1772. (HORTON, 1996, p. 49).

Esta extraordinária metáfora de Borges pode ser utilizada como referência para pensar a complexidade do jogo de xadrez. Na Biblioteca de Caíssa, como na Biblioteca de Babel, existe um vasto espaço de possibilidades, o chamado “espaço do problema”.

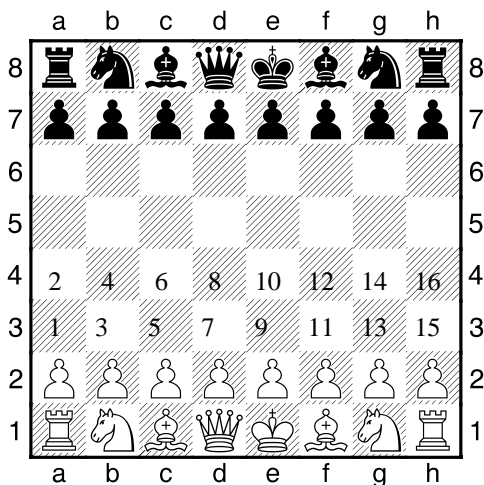
We shall find it necessary to describe not only his actual behaviors, but the set of possible behaviors from which these are drawn; and not only his overt behaviors, but also the behaviors he considers in his thinking that don't correspond to possible overt behaviors. In sum, we need to describe the space in which his problem solving activities take place. We will call it the problem space. (NEWELL; SIMON, 1972, p. 59).

Deve-se destacar que jogar xadrez pode ser visto como uma atividade que envolve resolução de problemas. Nesse sentido, Chi e Glasser (1992, p. 252) afirmam que um problema “é uma situação na qual você está tentando alcançar algum objetivo e deve encontrar um meio de chegar lá.”. Já Newell e Simon definem assim o que é um problema:

A person is confronted with a problem when he wants something and does not know immediately what series of actions he can perform to get it. The desired object may be very tangible (an apple to eat) or abstract (an elegant proof for a theorem). It may be specific (that particular apple over there) or quite general (something to appease hunger). It may be a physical object (an apple) or a set of symbols (the proof of a theorem). The actions involved in obtaining desired objects include physical actions (walking, reaching, writing), perceptual activities (looking, listening), and purely mental activities (judging the similarity of two symbols, remembering a scene, and so on). (NEWELL; SIMON, 1972, p. 72).

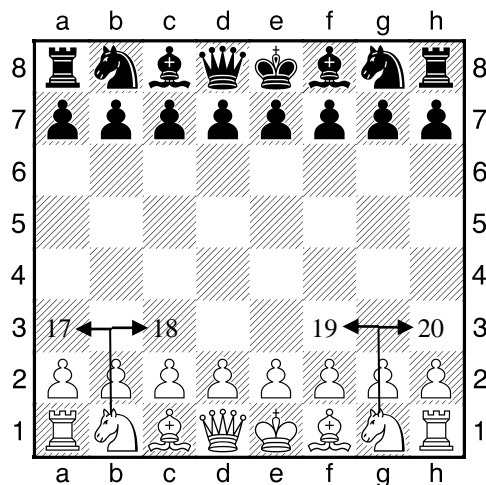
O espaço do problema, ou espaço de possibilidades, no jogo de xadrez, dado sua complexidade, é extremamente elevado ou, como afirmou Shenk (2007, p. 75), é quase infinito. Para se ter uma idéia desse número, basta analisar o número de posições legais nos primeiros movimentos de uma partida. No primeiro lance as peças brancas estão limitadas a vinte alternativas legais, podendo mover somente os oito peões e dois cavalos, sendo que rei, dama, bispos e torres estão bloqueados e não podem mover-se no primeiro lance. As vinte alternativas podem ser observadas a seguir.

FIGURA 20 – PRIMEIRO LANCE 1



Cada peão pode mover uma ou duas casas no seu primeiro lance. $8 \times 2 = 16$ possíveis movimentos
 FONTE: SHENK (2007, p. 76).

FIGURA 21 – PRIMEIRO LANCE 2



Cada cavalo está restrito a 2 movimentos no primeiro lance. $2 \times 2 = 4$ movimentos.

No segundo movimento o número de posições legais chega a 400, pois se multiplicam as 20 alternativas das brancas pelas 20 alternativas das pretas. No terceiro movimento o número de posições legais sobe para 5.362 conforme pode ser visto na tabela a seguir.

TABELA 2 – NÚMERO MÁXIMO DE POSIÇÕES APÓS O 3º LANCE

Descrição do Movimento	Total
Dois peões movem ($16 \times 14 \times 20 : 2$)	2.240
Um peão move duas vezes (16×20) mais 14 casos de captura de peça menos 8 cravadas	326
Um peão move e uma peça move (121×20) menos 4 obstruções de linhas	2.416
Um cavalo move e retrocede	20
Um cavalo move duas vezes sem retroceder	200
Dois cavalos movem	80
Um cavalo e uma torre movem	80
Total Geral	5.362

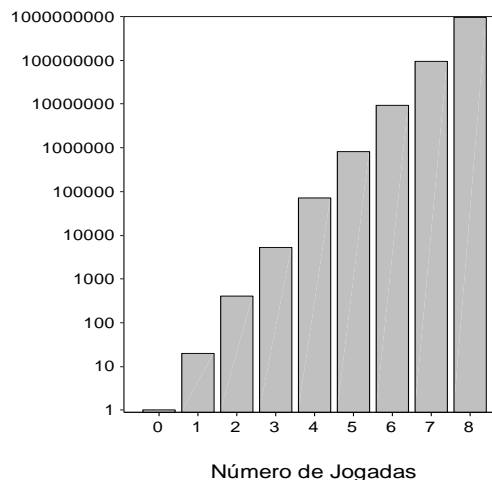
FONTE: Adaptado de BONSDORFF, FABEL e RIIHIMAA (1974, p. 9).

Como se pode observar, o número de posições legais cresce exponencialmente, o que pode ser visto mais detalhadamente na tabela e gráfico a seguir, que apresenta o número de posições possíveis para as oito primeiras jogadas de uma partida.

TABELA 3 – NÚMERO DE POSIÇÕES

J	Número de Posições Possíveis
0	1
1	20
2	400
3	5.362
4	71.852
5	815.677
6	9.260.610
7	94.305.342
8	958.605.819

GRÁFICO 2 – NÚMERO DE POSIÇÕES



FONTE: Adaptado de SCHWARZKOPF (2007).

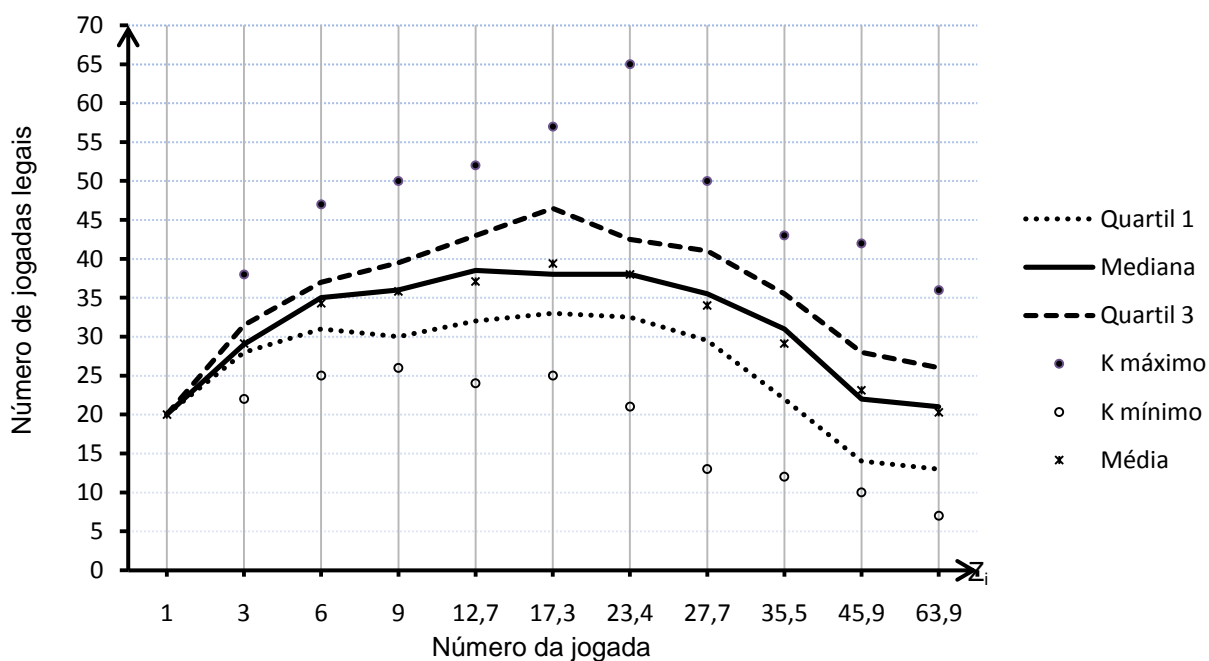
Uma vez que na oitava jogada o número já é da ordem de um bilhão de posições legais, qual seria então o número total de posições legais? O criador da Teoria da Informação, Claude Shannon, (SHANNON, 1950, p. 4) estimou que o número total de posições legais, partindo da posição inicial, é da ordem de $64! / 32!(8!)^2 (2!)^6$, ou aproximadamente 10^{43} . No entanto, segundo Allis, o cálculo de Shannon inclui algumas posições ilegais, ou seja, peões na primeira fila, os reis em xeque e exclui posições legais com capturas e promoções. Levando isto em conta, Allis calculou que o número de posições legais verdadeiro é aproximadamente 10^{50} (ALLIS, 1994, p. 171). Com relação ao o número total de posições legais e ilegais, partindo da posição inicial, Shannon apresentou o número 10^{120} , número este que ficou conhecido por número de Shannon. Na citação a seguir pode-se ver como Shannon chegou a este número:

With chess it is possible, *in principle*, to play a perfect game or construct a machine to do so as follows: One considers in a given position all possible moves, then all moves for the opponent, etc., to the end of the game (in each variation). The end must occur, by the rules of the games after a finite number of moves (remembering the 50 move drawing rule). Each of these variations ends in win, loss or draw. By working backward from the end one can determine whether there is a forced win, the position is a draw or is lost. It is easy to show, however, even with the high computing speed available in electronic calculators this computation is impractical. In typical chess positions there will be of the order of 30 legal moves. The number holds fairly constant until the game is nearly finished as shown (...) by De Groot, who averaged the number of legal moves in a large number of master games. Thus a move for White and then one for Black gives about 10^3 possibilities. A typical game lasts about 40 moves to resignation of one party. This is conservative for our calculation since the machine would calculate out to checkmate, not resignation. However, even at this figure there will be 10^{120} variations to be calculated from the initial position. A machine operating at the rate of one variation per micro-second would require over 10^{90} years to calculate the first move! (SHANNON, 1950, p. 4).

Para chegar ao número 10^{120} , Shannon baseou-se nas seguintes informações retiradas do estudo de De Groot (1946, p. 14-22): 1) uma típica partida de xadrez finaliza dentro de aproximadamente 40 lances; 2) há uma média de 30 alternativas de jogadas legais possíveis para cada lance efetuado (veja o gráfico e tabela a seguir). Assim, $(30 \times 30)^{40}$ é igual a 900^{40} , que é aproximadamente 10^{120} , ou seja, $900^{40} = 10^x$, onde $x = 40 \times \log 900$.

Allis (1994, p. 171) estimou que o número total de posições legais e ilegais é de pelo menos 10^{123} , pois considerou que há uma média de 35 alternativas legais possíveis a cada momento, e uma típica partida de xadrez finaliza dentro de aproximadamente 80 jogadas (40 para cada lado). No gráfico a seguir pode-se ver a relação entre liberdade de escola e número de movimentos, ou seja, quantas alternativas legais disponíveis existem na medida em que a partida avança. A tabela 4 fornece os dados completos utilizados no gráfico 3.

GRÁFICO 3 – RELAÇÃO ENTRE LIBERDADE DE ESCOLHA LEGAL (K) E NÚMERO DE MOVIMENTOS (Z_i)



FONTE: Adaptado de DE GROOT (1946, p. 20).

TABELA 4 – RELAÇÃO ENTRE LIBERDADE DE ESCOLHA LEGAL (K) E NÚMERO DE MOVIMENTOS (Z_i)

Grupo de movimentos	$Z_i=$ 2, 3, 4	$Z_i=$ 5, 6, 7	$Z_i=$ 8, 9, 10	$Z_i=$ 11-15	$Z_i=$ 16-20	$Z_i=$ 21-25	$Z_i=$ 26-30	$Z_i=$ 31-40	$Z_i=$ 41-50	$Z_i=$ 51-..
Número de posições investigadas (p)	36	34	36	40	40	40	40	40	23	21
Número médio de movimentos (Z_i)	3,0	6,0	9,0	12,7	17,3	23,4	27,7	35,5	45,9	63,9
Maior número de movimentos legais (K_{max})	38	47	50	52	57	65	50	43	42	36
Terceiro quartil de K (Q_3)	31,5	37	39,5	43	46,5	42,5	41	35,5	28	26
Mediana de K	29	35	36	38,5	38	38	35,5	31	22	21
Número de movimentos legais (K)	29,1	34,3	35,8	37,1	39,4	38	34	29,1	23,1	20,3
Primeiro quartil de K (Q_1)	28	31	30	32	33	32,5	29,5	22	14	13
Menor número de movimentos legais (K_{min})	22	25	26	24	25	21	13	12	10	7

FONTE: DE GROOT (1946, p. 21).

Para se ter uma idéia da magnitude do número de Shannon (10^{120}) costuma-se compará-lo com o número de átomos do universo observável²³, que é determinado pelos físicos pelo número 10^{80} . Ou seja, o número total de posições legais e ilegais no jogo de xadrez é maior que o número de átomos do universo.

Embora o xadrez seja um jogo de grande complexidade existem outros com complexidade muito superior, conforme pode ser visto na tabela a seguir.

TABELA 5 – COMPLEXIDADE DE ALGUNS JOGOS

Jogo	Tamanho do Tabuleiro (células)	Número total de posições legais	Número total de posições legais e ilegais	Média de lances na partida
Jogo da velha	9	10^3	10^5	9
Dama (8x8)	32	10^{20} ou 10^{18}	10^{31}	70
Trilha (c/ nove peças)	24	10^{10}	10^{50}	(?)
Dama (10x10)	50	10^{30} (?)	10^{54}	90
Reversi (Otello)	64	10^{28}	10^{58}	58
Go-Moku (15x15)	225	10^{105} (?)	10^{70}	30
Xadrez	64	10^{50}	10^{123}	80
Gamão	28	10^{20}	10^{144}	(?)
Shogi	81	10^{71}	10^{226}	110 (?)
Go (19x19)	361	10^{171}	10^{360}	150

FONTE: Adaptado de GAME COMPLEXITY (2008) e GOBET, VOOGT e RETSCHITZKI (2004, p 27).

Portanto, para escolher um movimento, o enxadrista tem diante de si aproximadamente 30 alternativas legais a serem consideradas. No entanto, De Groot (1946, p. 25) assinala que dessas 30 alternativas aproximadamente 2 são bons lances. De Groot define assim o que é um bom lance: “A move is good if and only if it is impossible to find another one, after a careful and convincing analysis, that is better.” (1946, p. 23).

²³ O cálculo é feito da seguinte forma: uma típica estrela tem massa de aproximadamente 2×10^{30} kg, que contém aproximadamente 1×10^{57} átomos de hidrogênio por estrela. Uma galáxia típica tem aproximadamente 400 bilhões de estrelas, o que significa que cada galáxia tem $1 \times 10^{57} \times 4 \times 10^{11} = 4 \times 10^{68}$ átomos de hidrogênio. No universo há possivelmente 80 bilhões de galáxias, o que significa que há aproximadamente $4 \times 10^{68} \times 8 \times 10^{10} = 3 \times 10^{79}$ átomos de hidrogênio no universo observável. O hidrogênio é o elemento químico mais abundante, e constitui 75% da massa elementar do universo. No entanto, este cálculo representa o limite inferior, e ignora muitas fontes possíveis de átomos. (OBSERVABLE UNIVERSE, 2008).

3.5 A IMPORTANCIA DO PLANEJAMENTO EM ATIVIDADES COMPLEXAS: O PLANO NO JOGO DE XADREZ

Conforme foi visto no item anterior, jogar bem xadrez é uma atividade bastante complexa, pois o jogo possui um enorme espaço de possibilidades: 10^{50} , para o número total de posições legais, e 30 alternativas para o número médio de lances legais disponíveis, em a cada jogada, sendo que dessas 30 alternativas somente duas em média são boas.

Assim, para encontrar a agulha no palheiro por assim dizer (2 lances em 30 possíveis), o jogador deve fazer uso de instrumentos cognitivos que o auxiliem nesta seleção, e a elaboração de planos tem essa finalidade. É como diz o velho adágio: “um mau plano é melhor do que plano nenhum”. (KASPAROV, 2007, p. 24).

Chi e Glasser (1992, p. 258-263) afirmam que o processo de encontrar uma solução para um problema pode ser visualizado como uma busca pelos trajetos no espaço do problema, até um que leve ao objetivo ou estado desejado. Segundo estes pesquisadores, existe uma grande variedade de estratégias para realizar esta busca:

Busca aleatória: é adequada se o espaço do problema é pequeno, mas ineficiente para a maioria dos problemas, como o jogo de xadrez, em que o espaço de busca expande-se exponencialmente.

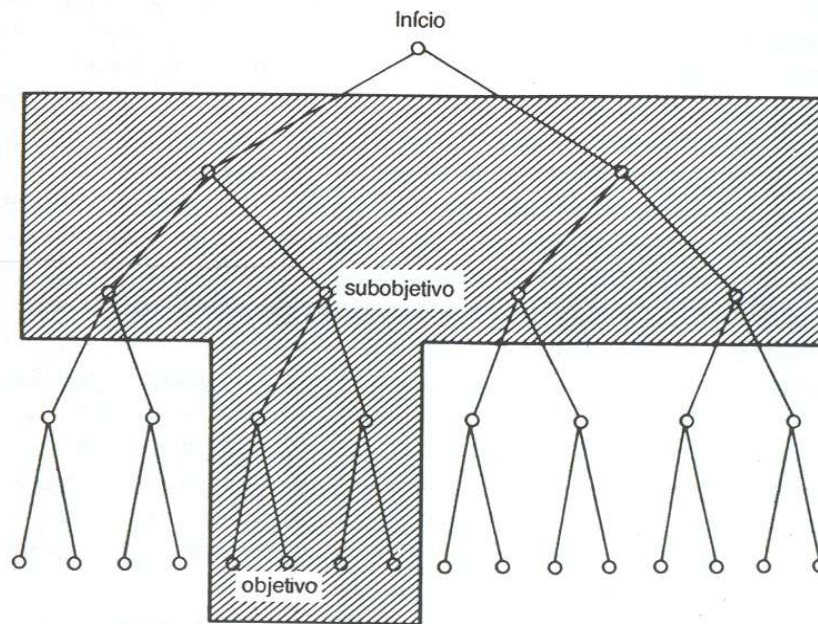
Busca sistemática de todas as possibilidades: em uma busca inicial em profundidade vasculha-se um determinado trajeto até o fim. Se o estado não é o desejado, volta-se um nível e recomeça-se novamente a busca, por um trajeto ainda não tentado. Quando todos os trajetos, a partir de um determinado estado, foram tentados, volta-se mais um nível e começa-se novamente, e assim por diante. Este método é aplicável para problemas simples, mas impraticável para problemas complexos.

Análise meios/fins: busca de boas alternativas que levem a um fim desejado. A idéia básica é descobrir que diferenças existem entre o estado atual e o desejado e então descobrir operações que as reduzam. Havendo mais do que uma dessas operações, aquela que reduz a diferença mais ampla é aplicada em primeiro lugar. Ou

seja, deve-se encontrar o melhor meio de atingir o fim desejado. A análise meios/fins pode ser usada não apenas do estado inicial para o desejado (prospectivamente), mas também do fim desejado para o estado inicial (retrospectivamente). Métodos como este da análise meios/fins, também chamados de métodos heurísticos, reduzem o número de alternativas, mas não garantem sucesso em todas as situações.

Estabelecimento de sub-objetivos: consiste em escolher um estado intermediário no trajeto da solução, para alcançar um objetivo temporário (veja a figura a seguir). Esta estratégia “divide o problema em dois ou mais subproblemas, transformando assim todo o espaço de busca em dois ou mais espaços de menor profundidade.” (CHI; GLASSER, 1992, p. 260).

FIGURA 22 – BUSCA PELOS TRAJETOS NO ESPAÇO DO PROBLEMA



FONTE: CHI e GLASSER (1992, p. 261).

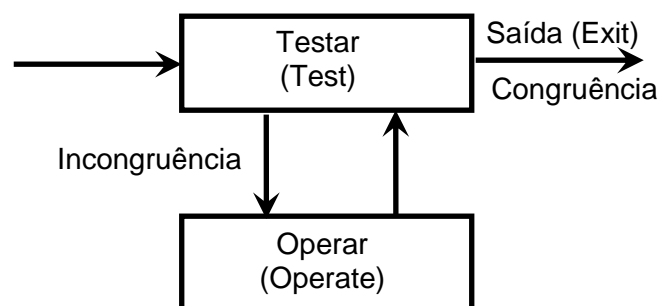
Gerar e testar: consiste em gerar um conjunto de possíveis soluções para um determinado problema e depois testá-las, uma a uma, para ver se a solução correta encontra-se entre as possíveis soluções geradas. Esta estratégia é muito utilizada em pesquisas científicas, onde o pesquisador gera uma hipótese a partir de fatos observados e planeja experimentos para testar a hipótese.

Perkins (2002, p. 88-89) afirma que o conceito de espaço de possibilidades é bastante útil na solução de problemas, e suas principais características são: o espaço do estado, ou espaço de possibilidades: no xadrez, o espaço do estado consiste em todas as configurações legais das peças no tabuleiro, sejam elas boas ou não. Operadores, ou ações que mudam de um estado para outro: no xadrez, são os movimentos oficiais, cada um dos quais transforma uma posição do xadrez em outra. Estados iniciais: no xadrez é a posição inicial padrão. Estados de solução, ou critério que determina a solução: no xadrez, esse critério é o xeque-mate. “Um movimento escolhido no meio do jogo, embora resolva o problema do ‘que fazer agora’, é apenas uma solução temporária a ser pesada por seu valor em trazer o jogador cada vez mais próximo do xeque-mate ao opositor.” (PERKINS, 2002, p. 89).

Medida de promessa, ou indicador de quão perto a presente situação está de uma solução: no xadrez, o indicador da promessa seria a vantagem global de uma posição no tabuleiro de um jogador contra outro.

Segundo Miller, Galanter e Pribran (1960, p. 16), um plano é um processo hierárquico no organismo que pode controlar a ordem na qual a seqüência de operações é realizada. Para esses autores a planificação é descrita como uma série de unidades TOTE (Test-Operate-Test-Exit), conforme pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 23 – A UNIDADE TOTE

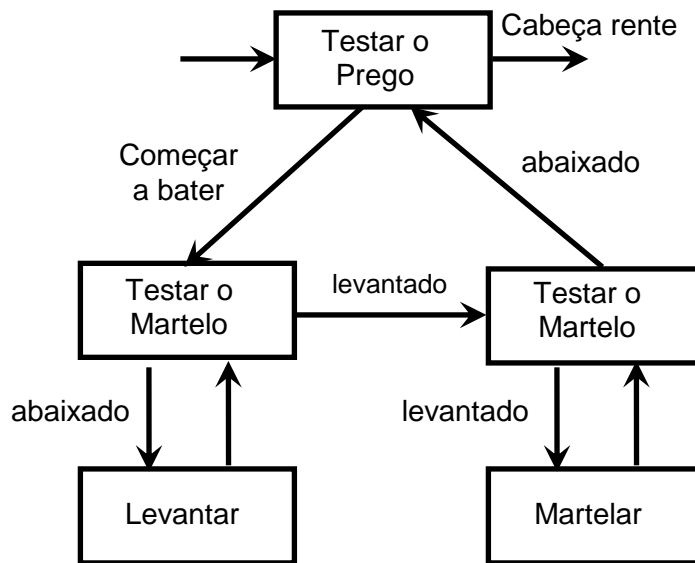


FONTE: Adaptado de MILLER, GALANTER e PRIBRAN (1960, p. 26).

Na figura 23 pode-se ver que a ação é iniciada por uma “incongruência” entre o estado do organismo e o estado que está sendo testado, e a ação persiste até que a incongruência é removida.

Para exemplificar, os autores propõem o plano de duas fases para martelar um prego: levantar o martelo e martelar o prego. A fase testar envolve a “regra parar”, pois se continua martelando até que a cabeça do prego está rente com a superfície da madeira. O processo pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 24 – UM PLANO HIERÁRQUICO PARA MARTELAR UM PREGO



FONTE: Adaptado de MILLER, GALANTER e PRIBRAN (1960, p. 36).

Assim, o plano para esses autores é entendido como uma hierarquia de operações com *feedback*. Mayer (1977, p. 134) destaca que, escrito como um programa de computador, as etapas desse plano deveriam ter a forma de uma lista para ser lida de cima para baixo, conforme a seqüência a seguir: 1) Testar o prego. Se a cabeça estiver levantada, vá para 2; de outro modo pare. 2) Teste o martelo. Se abaixado, levante; de outro modo vá para 3. 3) Martelar o prego. 4) Vá para 1.

Scholnick e Friedman (1987, p. 3) definem planejamento como um conjunto de complexas atividades conceituais que antecipam e regulam o comportamento. Planejamento depende da representação do ambiente, antecipação de soluções para problemas, e o monitoramento de estratégias para ver se elas vão de encontro ao problema e seguem o plano. Para esses autores, o plano não é uma ação, mas sim uma entidade, como um mapa. Como pré-requisitos para a planificação, estes autores

assinalam a disponibilidade de uma representação mental da estrutura espacial e causal de eventos particulares.

Hayes (1989, p. 60) destaca que planejamento consiste de três passos: 1) Representação da tarefa real em um ambiente de planejamento, ou seja, no papel ou na imaginação do planejador. 2) Exploração do ambiente de planejamento para encontrar um caminho para resolver o problema. Esta exploração pode envolver ação imaginativa, como quando pensamos sobre o que dizer em uma aula quando estamos no chuveiro, ou pode envolver ações físicas como desenhar esquemas do arranjo de uma sala antes de mover os móveis. 3) Selecionar um caminho para a solução. O caminho selecionado no ambiente de planejamento é chamado de plano.

De Lisi (1987, p. 83-86), afirma que o termo plano tem duas conotações principais: a primeira enfatiza aspectos representacionais de um plano e que podem ser comunicados de uma pessoa para outra; a segunda destaca aspectos funcionais e comportamentais de um plano, que é organização e controle do comportamento. O autor afirma que em um plano há três fases: a) o reconhecimento da necessidade de um plano; b) a formação de um plano; e c) a execução ou implementação do plano.

De Lisi (1987, p. 86-105), apresenta uma taxonomia de planos (ver tabela a seguir) com quatro tipos principais de planos: 1. Plano em ação; 2) Plano de ação; 3) Plano como uma representação estratégica, e por fim, 4) Plano como um fim em si mesmo. O autor destaca que jogar xadrez envolve o plano de tipo 3:

Strategic behaviors such as those required to solve problems arising in games like chess or contract bridge are instances of type 3 plans. Except for novices who are unfamiliar with the rules and purpose of game, chess, for example, is played by deliberately anticipating and mentally evoking a series of projected moves by each side in turn. The various sequences are compared and evaluated in order to determine the best next move. An actual move is made only after such a mental procedure is conducted. If the opponent makes one of several anticipated responses, the plan may be continued. If the opponent makes an unexpected response, further planning may ensue before a second actual move is made. Limitations on the generation and monitoring phases of chess planning, that is, a never ending hierarchy of preconceived possible moves, come not only from the limitations of human memory, but also from the rules of the game itself. (DE LISI, 1987, p. 101-102).

A taxonomia de planos (veja o quadro da página seguinte) foi construída com a suposição que um plano é um tipo de “entidade” subjacente que serve para organizar e dirigir o comportamento para atingir um fim. No plano de tipo 1, a entidade é puramente funcional, como o sujeito buscando um fim sem uma representação deliberada ou uma pré-concepção dos meios. No plano de tipo 2, o sujeito representa previamente meios para atingir o objetivo. Esses planos não são completamente estratégicos no sentido que eles não são avaliados e comparados com outros possíveis cursos de ação, mas em vez disso são executados mais ou menos diretamente.

O plano de tipo 3 é mais estratégico e o sujeito está plenamente consciente da necessidade de um plano, para gerar e avaliar os vários cursos da ação, e da importância de monitorar a formação e a execução. O nível final de planejamento, tipo 4, abrange todas as outras instâncias e formação do plano é um objetivo em si mesmo. (DE LISI, 1987, p. 105-106).

QUADRO 15 – TAXONOMIA DE PLANOS E PLANEJAMENTO

Tipo de plano	Descrição geral	Fases do planejamento	Objetivos	Exemplos
1 Plano em ação	Uma seqüência de comportamentos que são realizados para alcançar um objetivo. Representação não simbólica de situações nas quais os comportamentos são realizados. O sujeito está consciente do sucesso ou falha em alcançar o resultado, mas não está consciente do planejamento em qualquer momento.	As fases do planejamento ocorrem simultaneamente e como uma entidade indiferenciada. O sujeito não reconhece que necessita de um plano; a formação e execução do plano estão indiferenciadas. A ajuda ou dificuldade proporcionada por outros são circunstanciais e fortuitas.	As metas são impostas ou desencadeadas pelas circunstâncias. O plano é orientado para o contexto imediato.	Comportamento sensório-motor meios-fins. Comportamentos instintivos. Comportamentos habituais.
2 Plano de ação	Uma deliberada seqüência de comportamentos projetada para facilitar a obtenção de uma meta. Representação simbólica da situação na qual o comportamento é realizado. O sujeito está consciente da prévia formação do plano para execução.	A formação e execução do plano estão diferenciadas mas temporalmente contíguas. Outra pessoa pode reconhecer a necessidade de um plano e comunicar ao sujeito. Esta mesma pessoa pode auxiliar com a formação de um plano e monitorar sua execução.	As metas são antecipadas em pensamento. Os planos são orientados para o real (não o hipotético), contextos de curto-prazo.	Novatos jogando xadrez. Adultos auxiliando crianças na solução de problemas. Aquisição de habilidade em adultos.
3 Plano como uma representação estratégica	Uma representação estratégica deliberada de estados futuros antecipados do ambiente e as seqüências de comportamentos projetados para ir ao encontro deles. O sujeito está consciente de cada fase do planejamento e relaciona formulações, execuções, e metas.	O sujeito agora reconhece que planos são necessários e úteis. Tal reconhecimento leva à formação do plano. A formação e execução do plano são amplamente diferenciados, mas a execução não está, temporalmente, muito distante da formação.	As metas são orientações futuras e hipotéticas. Os planos não estão restritos a contextos imediatos.	Experts jogando xadrez. Fazer os preparativos para as férias do próximo verão.
4 Plano como um fim em si mesmo	Um esforço subjetivo ou coletivo para criar um plano. Destaca-se o reconhecimento da necessidade de um plano. O sujeito forma um plano com ampla consciência que sua execução pode nunca ocorrer.	O reconhecimento da necessidade de um plano está amplamente diferenciada da formação do plano, e esse reconhecimento assume a primazia de tal forma que pode ser a única fase para alcançar o objetivo.	A formação do plano é a meta e ocorre a serviço do reconhecimento da necessidade de um plano.	Uma agência governamental faz planos para evacuação no caso de acidente em uma usina nuclear.

FONTE: Adaptado de DE LISI (1987, p. 90-91).

3.5.1 Taxonomia Básica dos Planos no Jogo de Xadrez

A evolução da planificação no xadrez pode ser comparada com o que é chamado de co-evolução em biologia onde ocorre influência evolucionária mútua entre duas espécies, como é o caso, por exemplo, da relação entre predador e presa.

Uma águia que se alimente principalmente de um determinado tipo de presa, como por exemplo, um coelho, contribui para a melhoria desta espécie de coelho, pois elimina sistematicamente os indivíduos mais fracos e os restantes, que se mostram mais aptos a sobreviverem neste ambiente, passarão seus genes adiante. A espécie de coelhos, para não ser extinta, terá que desenvolver, dentro de um determinado tempo evolucionário, adaptações anti-predador, como por exemplo, uma camuflagem mais adequada ao ambiente, ou maior agilidade na fuga. Estas adaptações na espécie de coelhos, por sua vez, poderão levar também a novas adaptações nas águias no sentido de compensar as adaptações dos coelhos. É uma permanente corrida armamentista entre o predador e a presa.

A evolução da planificação no ataque e na defesa no xadrez ocorre de forma similar a co-evolução em biologia, onde um avanço no ataque leva a defesa a se tornar mais sofisticada, o que, por sua vez, leva o ataque a refinar seus procedimentos constantemente.

Uma abordagem psicogenética mostra que, tanto na “ontogênese” enxadrística (evolução enxadrística individual) como na “filogênese” do xadrez (evolução do xadrez²⁴), a evolução da planificação segue linhas similares. Assim, uma criança que aprende a jogar repete de certa forma, o que ocorreu na evolução do xadrez, desenvolvendo primeiro o jogo de combinação, que é mais concreto e baseado na tática, e depois o jogo posicional, que é mais abstrato e baseado na estratégia.

²⁴ No item sobre a História do Xadrez pode-se acompanhar a evolução do xadrez tendo por base as principais escolas de pensamento.

Nos primórdios do xadrez moderno, que surgiu no século XV, o ataque era mais baseado em ciladas, que buscavam o ganho fácil e rápido, como é o caso do *Mate do Louco* (1.f3 e5 2.g4 ♖h4#), do *Mate do Pastor* (1.e4 e5 2.♗c4 ♗c5 3.♖h5 ♗f6 4.♖xf7#) ou do *Mate de Legal* (1.e4 e5 2.♗f3 d6 3.♗c4 ♗g4 4.♗c3 g6 5.♗xe5 ♗xd1 6.♗xf7+ ♖e7 7.♗d5#)²⁵. Estes ataques, assim como toda armadilha, somente têm sucesso porque o jogador que cai na cilada não vê as reais intenções do seu adversário. Quando o jogador percebe o perigo da posição, desenvolve esquemas defensivos visando neutralizar o ataque, como é o caso de, no *Mate do Louco*, começar a partida avançando o peão do Rei duas casas (1.e4), no *Mate do Pastor*, ao invés de jogar o lance 3 das pretas (3... ♗f6), jogar 3... ♖e7, e no *Mate de Legal*, ao invés de jogar o lance 4 das pretas (4... g6), jogar 4... ♗f6. Assim, como a co-evolução entre predador e presa, os avanços na planificação do ataque levam, por sua vez, a avanços similares no plano defensivo, como numa interminável corrida armamentista.

O estágio atual do desenvolvimento da planificação no xadrez encontra-se bastante avançado. Nesse sentido, Kotov (1989, p. 85) informa que os planos podem ser para atacar, defender ou realizar qualquer vantagem, seja material ou posicional. Os planos diferenciam-se uns dos outros por sua finalidade, seu método de realização e sua quantidade de jogadas necessárias para alcançar o objetivo proposto.

Os planos podem ser agrupados, segundo as etapas de realização, em duas categorias: os mono-escalonados e os multi-escalonados. Os planos mono-escalonados são compostos de uma etapa, enquanto que os multi-escalonados por duas ou mais etapas (KOTOV, 1989, p. 84).

Um exemplo de plano mono-escalonado vem do final rei e dama contra rei, que pode ser formulado assim: para vencer deve-se levar o rei para a margem do tabuleiro sem afogá-lo e aplicar o xeque-mate (KOTOV, 1989, p. 82-83).

O final de rei e torre contra rei consta de duas etapas e fornece um exemplo de plano multi-escalonado: 1) o rei e a torre, atuando juntos, deverão restringir a liberdade do rei adversário até que ele se encontre na margem do tabuleiro; 2) colocar o seu rei

²⁵ Estas partidas encontram-se no CD-ROM que acompanha o volume 2, na pasta Capítulo 3. Para visualizá-las, basta seguir as instruções do arquivo Leia-me.

em frente ao outro (fazendo oposição) e a torre aplicará o xeque-mate na coluna ou fila que o rei se encontra (KOTOV, 1989, p. 83-84).

Para o ex-Campeão mundial de xadrez Garry Kasparov (KASPAROV, 2007, p. 25-26), o estrategista começa com um objetivo distante e trabalha em retrospecto até o presente. Kasparov afirma que o Grande Mestre faz os melhores movimentos porque eles se baseiam na aparência que ele quer que o tabuleiro tenha dez ou vinte lances à frente. Isso não exige o cálculo de incontáveis variações das vinte jogadas. Ele avalia as melhores possibilidades de sua posição e estabelece objetivos. Em seguida, continua Kasparov, elabora os lances passo a passo para alcançar os objetivos. Na citação a seguir pode-se ver a descrição de como Kasparov planeja suas ações numa determinada posição.

Minha intuição ou análise me diz que, em uma determinada posição, existe potencial para que eu ataque o rei do adversário. Em seguida, em vez de jogar todas as minhas forças contra o rei, procuro objetivos que devo conquistar para poder fazer isso com sucesso, por exemplo, enfraquecendo a proteção em torno do rei do oponente, promovendo a troca de uma peça-chave da defesa. Em primeiro lugar, preciso compreender que objetivos estratégicos me ajudarão a alcançar minha meta de atacar o rei e, só então, começarei a planejar a forma precisa de realizá-los e a examinar os lances específicos que conduzirão à execução com bons resultados. A ausência dessa estratégia resultará em planos simplistas com poucas chances de sucesso. (KASPAROV, 2007, p. 26).

No quadro a seguir será apresentada uma taxonomia básica dos planos no xadrez, contendo quatro tipos de planos: 1) para obter vantagem material; 2) para obter vantagem posicional; 3) para dar atacar o rei; e 4) para empatar a partida. Segundo o Grande Mestre Internacional de xadrez Jaime Sunye²⁶, o planejamento no xadrez envolve sempre três fases principais: a) Tomada de consciência da realidade; b) Projeções do ideal buscado; c) O caminho para alcançar o ideal buscado. Esta tabela foi desenvolvida a partir de muitas discussões com Sunye.

²⁶ Informação fornecida em comunicação pessoal.

QUADRO 16 – TAXONOMIA BÁSICA DOS PLANOS NO XADREZ

Tipo de plano	Descrição geral	Fases do planejamento	Objetivos	Exemplos
1 Obter vantagem material	A expressão material refere-se às peças, com exceção do rei. Se todos os outros fatores estiverem constantes, quanto mais material um jogador tiver disponível, tanto maior será seu poder de fogo. É realizada por meio de captura <i>imediate</i> (direta) ou <i>mediada</i> (indireta).	Conforme o tipo de captura utilizada, pode envolver duas ou três fases: 1) <i>Captura imediata</i> : a) identificação do erro adversário; b) observação se não é um sacrifício. 2) <i>Captura mediada</i> : a) Tomada de consciência da realidade; b) Projeções do ideal buscado; c) O caminho para alcançar o ideal buscado.	Visa o ganho de peças, mas deve ser observado os respectivos valores relativos das peças: $\Delta = 1$, ♖ = 3, ♙ = 3, ♚ = 5, ♜ = 9.	1) <i>Captura imediata</i> : sempre que o adversário comete um erro que acarretará em perda instantânea de material. 2) <i>Captura mediada</i> : qualquer sequência de lances que resultará em ganho de material. Geralmente envolve temas táticos como eliminação de defesa, bloqueio, desvio, ataque descoberto, cravada, etc.
2 Obter vantagem posicional	Refere-se a uma superioridade na disposição das peças. A vantagem posicional deve levar em conta a posição global das peças no tabuleiro, considerando-se que, na prática, uma posição usualmente contém algumas vantagens e algumas desvantagens para cada jogador.	Aqui também o planejamento envolve três fases principais: a) Tomada de consciência da realidade; b) Projeções do ideal buscado; c) O caminho para alcançar o ideal buscado.	Tem por objetivo obter uma posição superior ao do seu adversário, onde as peças ocupam as melhores casas e dominam pontos vulneráveis na posição adversária.	Os planos enquadrados nesta categoria podem variar bastante, como desenvolver as peças, dominar espaço, ganhar tempo, enfraquecer a posição adversária tornando a estrutura de Peões débil, propor troca de peças de tal forma que deixe o adversário em posição inferior, etc.
3 Atacar o Rei	Uma vez que o xeque-mate é o objetivo final de toda partida de xadrez, os jogadores terão de elaborar planos visando atingir este objetivo. O xeque-mate ocorre quando o Rei encontra-se ameaçado não sendo possível fugir, bloquear ou capturar a peça agressora.	Além das três fases descritas anteriormente, envolve ainda: 1) Desenvolvimento de suas peças de forma rápida e harmônica. 2) Abertura de linhas que conduzam ao Rei adversário e ocupação destas linhas com suas peças. 3) Posicionamento de suas peças em prontidão de assalto e eliminação das peças adversárias que atuem na defesa.	Visa ganhar a partida por <i>knockout</i> , ou seja, desferir um ataque repentino e preciso que conduza ao final da partida por xeque-mate.	Pode ocorrer com o Rei em relativa segurança, com o roque efetuado, ou com o Rei vulnerável sem rocar. 1) <i>Rei sem rocar</i> : ataque ao ponto f7 com ♜ e ♙ ou ♜ e ♘, conjugados. 2) <i>Rei rocado (roque menor)</i> : ataque ao ponto g7 ou h7 com ♜ e ♙ ou ♜ e ♘ conjugados.
4 Empatar a partida	Muitas vezes um jogador que já não tem mais condições de vencer a partida pode evitar a derrota forçando seu adversário a entrar numa sequência de movimentos forçados que conduzirão ao empate.	Neste caso o planejamento também envolve três fases principais: a) Tomada de consciência da realidade; b) Projeções do ideal buscado; c) O caminho para alcançar o ideal buscado.	Tem por objetivo escapar de uma posição eminentemente perdida, com derrota certa, e conseguir o empate por algum artifício legal.	Uma combinação que conduza ao afogamento ou a uma posição de xeque perpétuo. No afogamento a partida termina com o Rei não estando em xeque e não havendo mais lances legais. No xeque-perpétuo o jogador que está perdendo se salva por aplicar xeques sucessivos no adversário.

FONTE: Elaborado pelo autor a partir de discussões com o Grande Mestre Internacional de xadrez Jaime Sunye.

3.5.2 As Fases no Planejamento no Xadrez segundo De Groot

De Groot (1946, p. 105) afirma que uma jogada possível raramente é feita pensando somente no movimento isolado; ele quase sempre está conectado com um objetivo mais geral ou plano que o jogador tem em mente. Assim sendo, a exploração de um possível movimento não é um fim em si mesmo, mas antes um meio possível para a realização de uma meta mais ambiciosa no tabuleiro: por exemplo, para obter uma vantagem material (através de uma combinação), para realizar um ataque de mate, para consolidar a ala da dama, e assim por diante. Esses objetivos gerais são conhecidos na literatura enxadrística como planos e planejamento.

Para estudar as fases no planejamento, De Groot (1946, p. 91) apresentou posições de partidas aos sujeitos que eram convidados a pensar em voz alta (*thinking aloud*) e escolher a melhor continuação para a posição. Após a análise dos protocolos, De Groot (1946, p. 267) definiu quatro fases no processo de pensamento, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 17 – FASES NO PLANEJAMENTO

Fase		Descrição
1	Orientação	Orientação de possibilidades: o sujeito olha para as conseqüências de movimentos e para as possibilidades gerais em certa direção.
2	Exploração	Investigação de possibilidades de ação: o sujeito calcula uns poucos movimentos.
3	Investigação	Aqui há uma busca mais profunda e mais séria por possibilidades que são quantitativamente e qualitativamente melhor definidas. A investigação é mais dirigida e muito mais exaustiva: mais variantes são calculadas e com mais profundidade.
4	Prova	O sujeito confere e recapitula, esforçando-se para provar; os resultados obtidos são produzidos dentro de um argumento convincente. O cálculo dos resultados é mais completo, tanto para a parte positiva ou negativa.

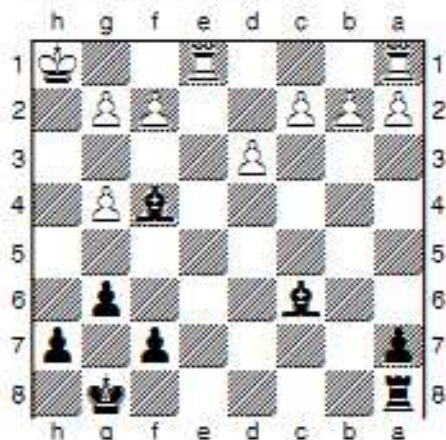
Adaptado de DE GROOT (1946, p. 267).

A seguir, pode-se ver o protocolo de um dos quatro mestres de xadrez que participaram da pesquisa, o sujeito Nico Cortlever (M2), referente à posição B1 (figura 25).

- (S conta os Peões.) Difícil: esta é minha primeira impressão. A segunda é que estou com pouco material, mas esta é uma posição agradável. Eu posso fazer muitas coisas, como sempre. Eu posso ir com minha Torre até a posição dele até os Peões.
- 5 Nenhuma casa para a Torre dele ficar na coluna e, exceto e7. E eu posso prevenir isso com ♖f8. 1...♕f8 não é possível. Por exemplo, se eu jogar 1...♖b8; ele 2.♗b1 ♕d5 então ele ainda pode entrar. Eu posso tentar bloquear seus Peões; então eu não posso vencer, mas isso não será muito fácil de qualquer forma. Também procurar alguma coisa para fazer ao longo da coluna da Torre: g5 - h5 - ♖g7 - ♗h8. Então ele pode jogar alguma coisa como f3. Troca de Torres em geral não é bom; tenho que evitar.
- 10 O primeiro movimento a considerar é 1...♕f8 para manter a Torre afastada. Então 2.♗e2 e dobra elas. ...também não ajuda. Mas se então avança com seus Peões: c4 - b4, ou algo assim; então será difícil pará-los. Imediatamente não funcionaria, depois 2...c4 então ♗f8 e com ♗d4 eu consigo bloqueá-lo.
- 15 1...h5, eu não gosto muito dessa idéia.
- 25 Se imediatamente
1...♖b8, então 2.♗e7 é irritante.
Eu deveria jogar
1...♕f8, ou talvez
1...♕g5.
- 30 Ah não,
1...♖b8 2.♗e7 não pode por causa de 2...♗xb2. Conseqüentemente ele deve jogar 2.♗b1 ou 2.b3. Então talvez 2...♕d5; mas então vem 3.c4,

- e isso não é nada bom. Eu não ficarei bem depois disso. Ele sempre pode jogar c3. Posso impedir isso?
- 35 1...♖b8 2.♗b1 e agora ♕d2 - ♕c3. Ou talvez 1...♖b8 e então 2...♕f8, então ele ainda não pode jogar b4, ou talvez 1...♖b8 2.♗b1 ♕f8 3.c3.
- 40 Não, não me serve.
Talvez alguma coisa ainda melhor, na ala do Rei:
1...♕g5 ou qualquer outra coisa semelhante,
2.♗e5 f6 - não, estou fantasiando.
1...h5 imediatamente, 2.gxh5 gxh5 ou 2...♖g7;
45 não, então 3.♖g1 - nenhum dos dois vale a pena.
1...♗d8 e 2...♗d4 - também não é bom.
1...♖b8 2.♗b1 h5 3.gxh5 ♗b5 4.♖g1 - ou 4.hxg6 - 4...♗xh5; e 5...♗h2. Talvez não seja loucura.
- 50 1...♖b8 2.♗b1 h5 3.gxh5 - 3.f3 não é bom, então a Torre vai para ♗b5 - assim 3.gxh5 ♗b5 4.hxg6. Eu estou ameaçando alguma coisa? Eu também posso jogar imediatamente 2... ♗b5 e então h5.
- 55 O Bispo pode fazer alguma coisa?
1...♕d2 (2.♗e7) ♕b4. Um pouco lento. E os Bispos estão bem posicionados. Sim, um pouco lento.
1...a5 2.♗e7 ♗e8 - troca as Torres; não, aquilo
- 60 não é nada.
Sim, eu começo com
1... ♗b8.
(Fim do protocolo)
- 65 Obs.: Para facilitar a visualização das jogadas propostas pelo participante M2, a posição B1 foi incluída na pasta Capítulo 3 do CD-ROM.

FIGURA 25 - POSIÇÃO B1



Fonte: DE GROOT (1946, p. 91-101).

A seguir, nas figuras 26 a 29, pode-se ver o aprofundamento progressivo do protocolo M2; B1, com as respectivas jogadas analisadas pelo mestre, bem como sua distribuição nas quatro fases no planejamento. (DE GROOT, 1946, p. 268-269).

FIGURA 26 – PRIMEIRA FASE: ORIENTAÇÃO PARA POSSIBILIDADES (LINHAS 1 a 16)

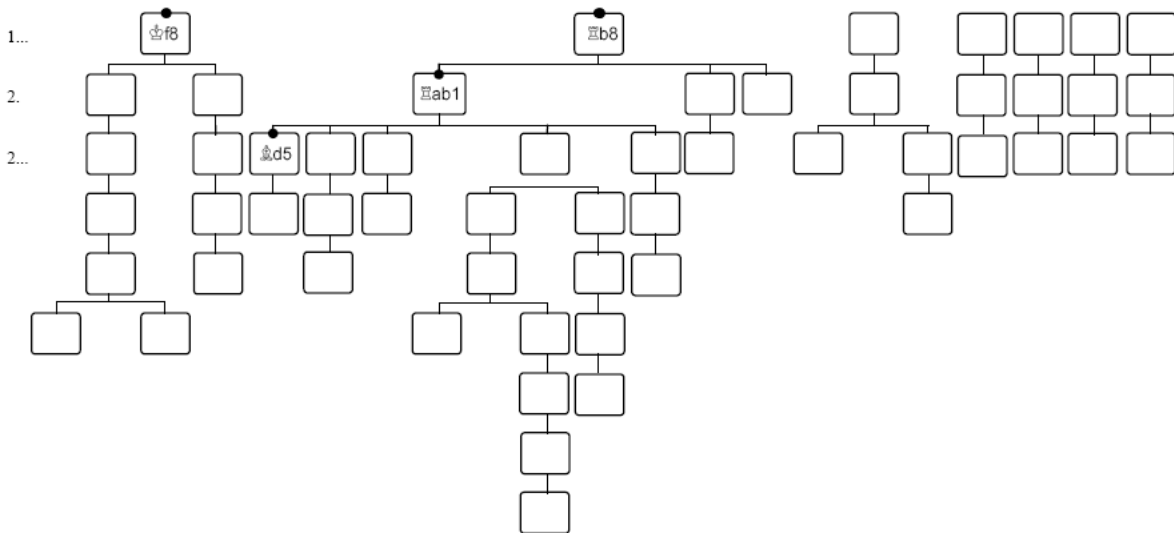
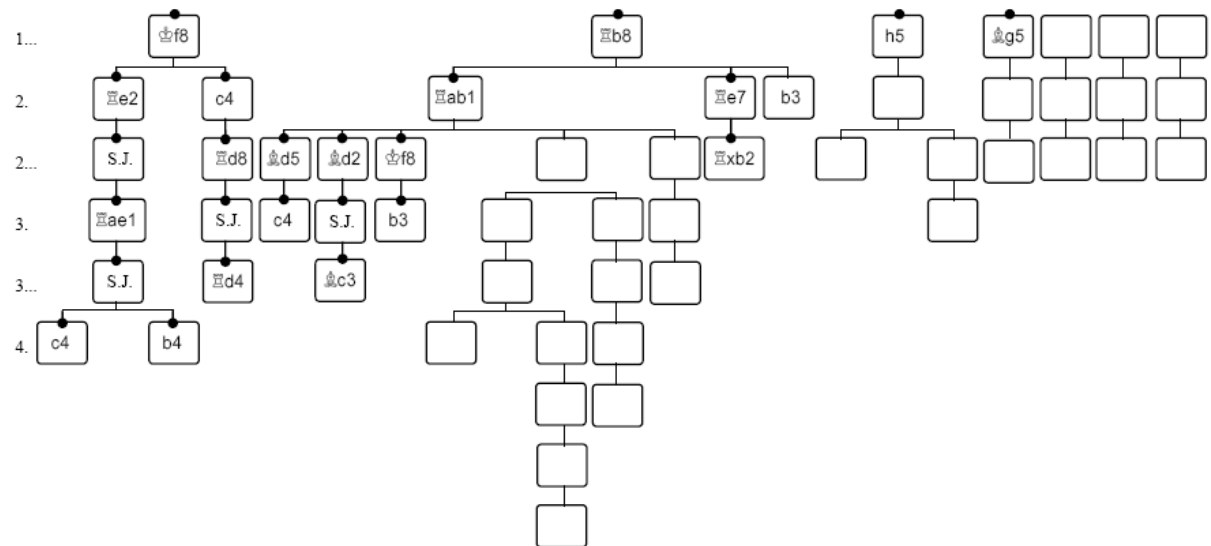


FIGURA 27 – FASE DE EXPLORAÇÃO (LINHAS 17 a 29 e 30 a 39)



Fonte: DE GROOT (1946, p. 268).

FIGURA 28 – FASE DE INVESTIGAÇÃO (LINHAS 41 a 50)

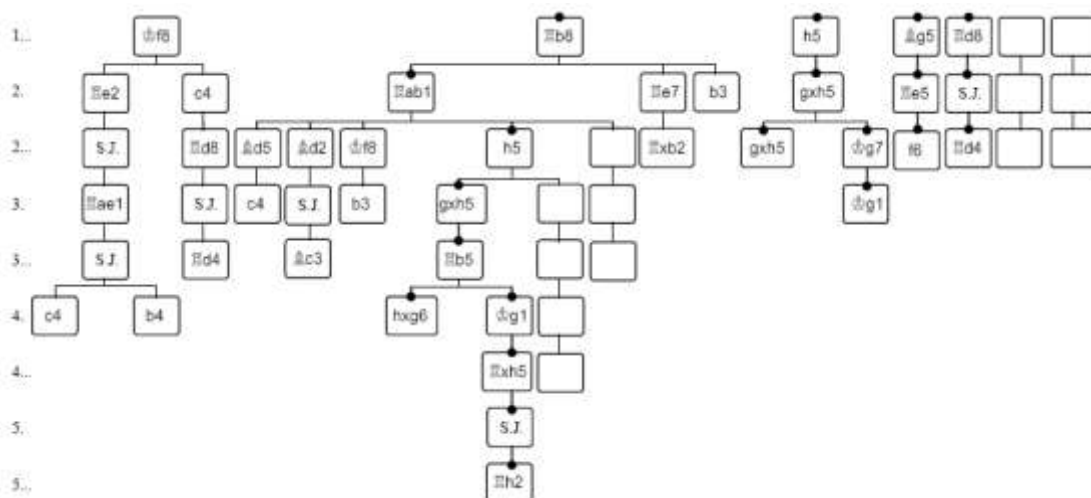
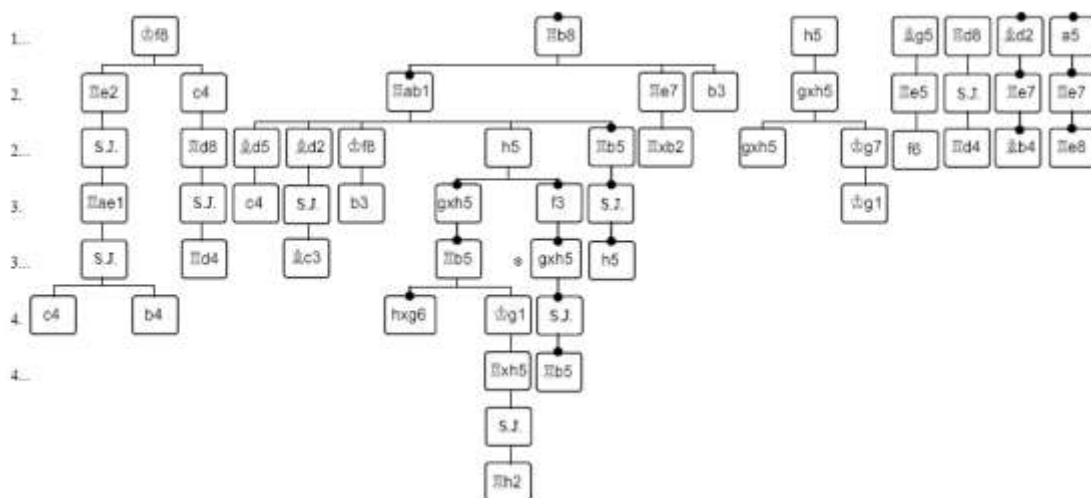


FIGURA 29 – FASE FINAL: ESFORÇO PARA PROVAR (LINHAS 51 a 63)



Fonte: DE GROOT (1946, p. 268-269).

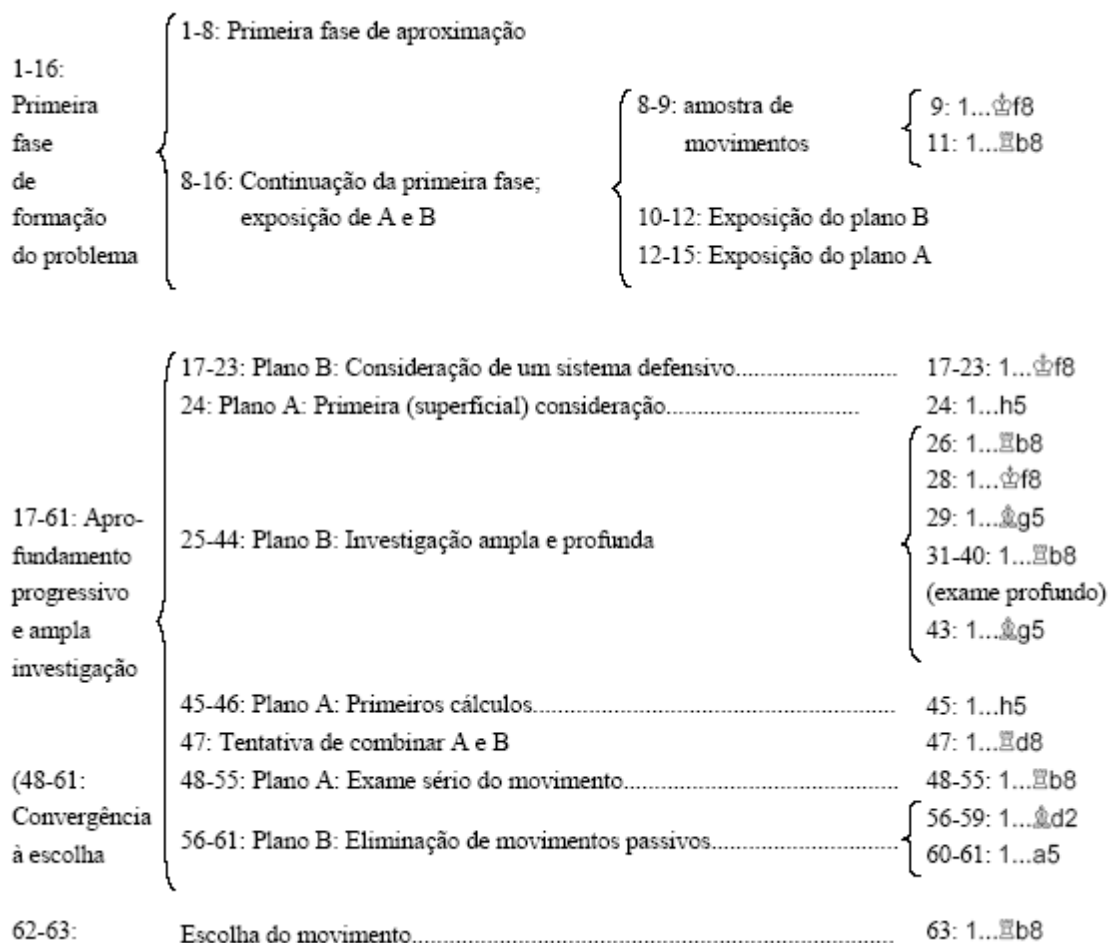
* A declaração do sujeito M2 aqui foi “3.f3 não é bom, então a torre vai para ♖b5”. Ao invés dessa interpretação, M2 pode ter visualizado a posição depois de: 1...♖b8 2.♗ab1 h5 3.f3 hxg4 4.fxg4 ♗b5 5.(S.J.) ♗g5.

Explicação dos símbolos

- Jogadas ainda não descobertas.
- Zi A jogada (de uma variação) mencionada, sendo ou não pela primeira vez, na fase sob consideração.
- zi A jogada (de uma variação) já mencionada em uma fase prévia.
- S.J. Assume que alguma jogada foi feita; continua calculando a variação, entretanto, sem especificar qual jogada. Por isso é feito “sem jogada” (S.J.).

De Groot (1946, p. 102) diferencia dois tipos de planos no xadrez: o Plano A, que visa o ataque, e o Plano B, que tem por objetivo a defesa. Tendo por base estes dois tipos de planos, De Groot fornece um esquema macro estrutural do protocolo M2; B1, assinalando o momento em que surgem estes planos, conforme pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 30 – ESQUEMA MACRO ESTRUTURAL DO PROTOCOLO (M2;B1)



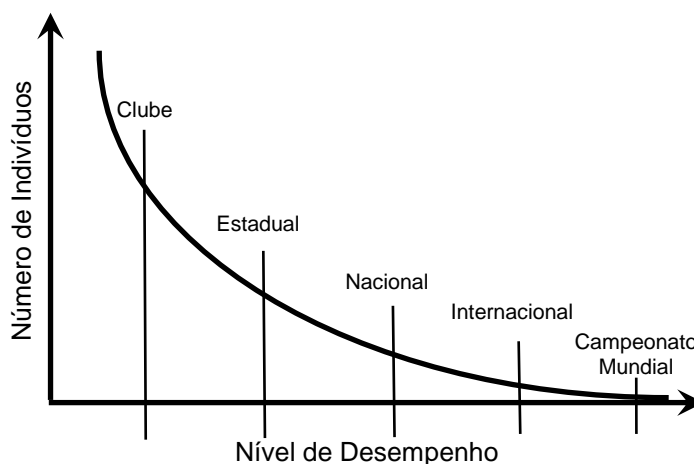
Fonte: DE GROOT (1946, p. 106).

3.6 A EXPERTISE NO JOGO DE XADREZ

O termo *expert* é geralmente empregado para definir alguém muito habilidoso e bem informado em algum campo especial, ou para alguém amplamente reconhecido por seus pares como uma fonte confiável de conhecimento, técnica ou habilidade. *Experts* têm experiência prolongada ou intensa através de prática e estudo em um campo particular. Expertise então se refere às características, habilidade e conhecimento que distingue *experts* de novatos e de pessoas menos experientes. Em alguns domínios, como no jogo de xadrez, há critérios objetivos para encontrar *experts*, que são consistentemente capazes de exibir performance superior em tarefas representativas em um domínio. (ERICSSON, 2006, p. 3).

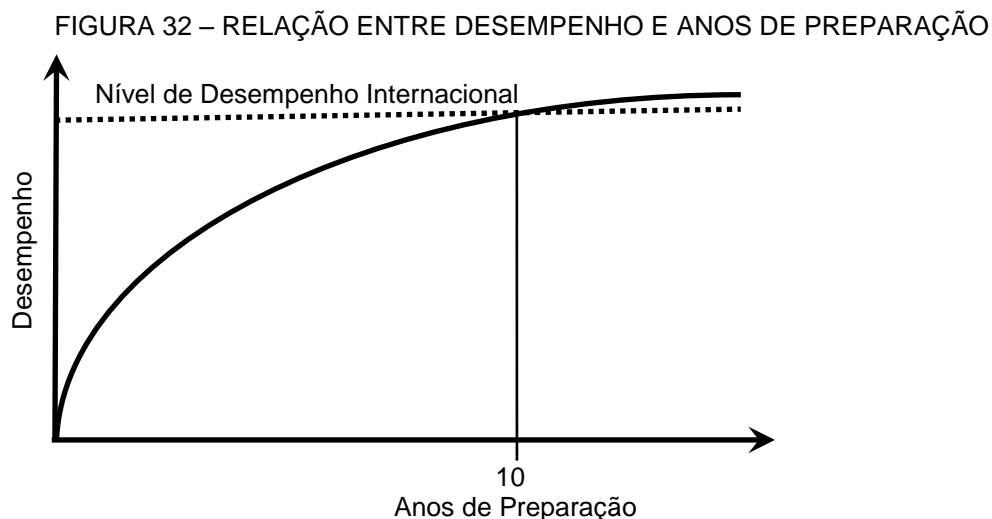
Ericsson (1996, p. 6) destaca que a realização excepcional e o desempenho são fenômenos sociais e que virtualmente cada domínio maior da expertise está associado a uma organização hierárquica baseada em critérios sociais, onde o nível de desempenho é tipicamente descrito pelo nível apropriado de competição envolvida (clube, estadual, nacional, e internacional). O número de indivíduos que são admitidos para competir em um dado nível de competição torna-se menor a medida que o nível aumenta. Até que no nível mais alto há somente um único campeão mundial, conforme pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 31 – RELAÇÃO ENTRE UM DADO NÍVEL DE COMPETIÇÃO E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS ATIVOS NESTE NÍVEL



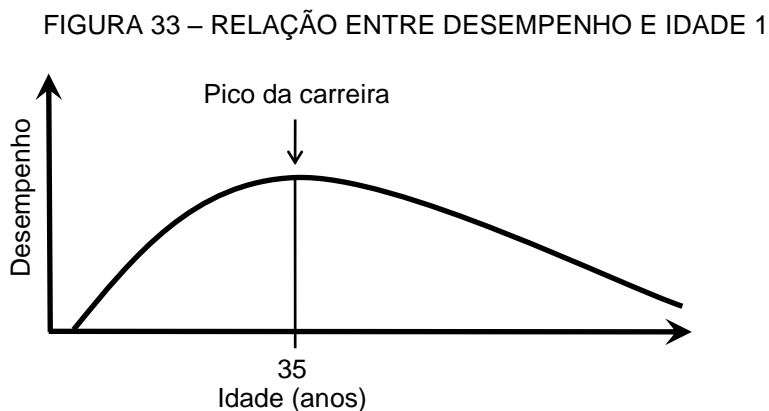
FONTE: Adaptado de ERICSSON (1996, p. 7).

Estudos realizados com jogadores de xadrez (SIMON; CHASE, 1973) sugerem que para se alcançar o nível internacional, é necessário por volta de 10 anos de intensa preparação, conforme pode ser visto na figura a seguir.



FONTE: Adaptado de ERICSSON (1996, p. 11).

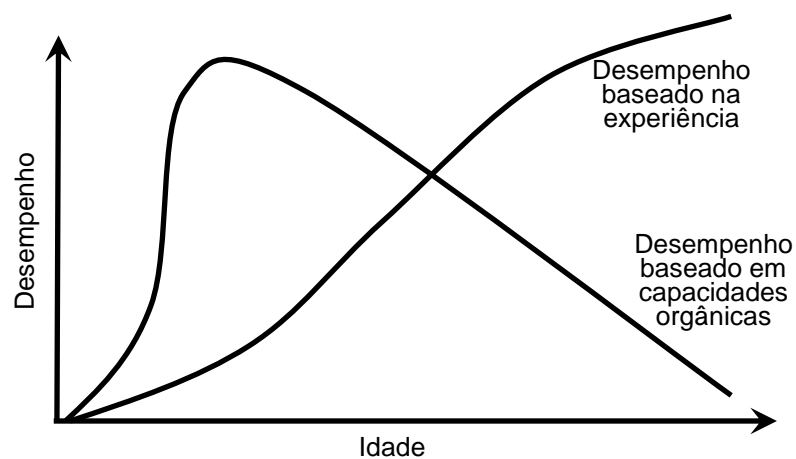
Elo (1978, p. 97), em um estudo com 36 mestres de xadrez, descreveu a curva do desenvolvimento do jogador, onde se pode observar a relação entre desempenho e idade e perceber que o pico da carreira dos jogadores profissionais de xadrez geralmente coincide com a idade de 35 anos (veja a figura a seguir). Estudos posteriores (ERICSSON, 1996, 56-57; ERICSSON, 2006, p. 688-689) apresentaram resultados similares aos encontrados por Elo (1978).



FONTE: Adaptado de ELO (1978, p. 97).

Elo (1978, p. 104) também apresenta curvas hipotéticas de desempenho baseadas na experiência e em capacidades orgânicas, conforme pode ser visto na figura a seguir. Enquanto que a curva de desempenho baseado na experiência somente cresce ao longo da vida, uma vez que a experiência aumenta com a idade, a curva de desempenho baseado em capacidades orgânicas tem, num primeiro momento, um crescimento baseado em aspectos maturacionais, ocorrendo depois um declínio gradativo com o aumento da idade.

FIGURA 34 – RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO E IDADE 2



FONTE: Adaptado de ELO (1978, p. 104).

O psicólogo e grande mestre de xadrez Nicolai Krogius pesquisou a relação entre idade e desempenho no xadrez analisando a participação de 60 Grandes Mestres do passado e do presente em 125 torneios durante o período de 1881 a 1967. O objetivo desta pesquisa foi estabelecer, para cada jogador, o pico de sua criatividade, ou seja, o período durante o qual seus resultados foram os mais altos e consistentes. Krogius definiu o pico do jogador como a mais alta colocação nos torneios avaliados, e se o melhor resultado foi obtido várias vezes, então todos eles foram considerados. O período ótimo foi definido como o tempo durante o qual o grande mestre obteve os melhores resultados. (KROGIUS, 1976, p. 236).

Krogius obteve os seguintes resultados: a) o jogador de xadrez obtém seus melhores resultados com a idade aproximada de 35 anos; b) seu período de resultados ótimos dura aproximadamente 10 anos; c) este período se estende aproximadamente entre os 30 e 40 anos. (KROGIUS, 1976, p. 236). Krogius também descobriu que a idade de aprendizagem do xadrez não é um fator preponderante para definir a força do jogador, conforme pode ser visto na tabela a seguir.

TABELA 6 – RELAÇÃO ENTRE IDADE QUE COMEÇOU A JOGAR E SUCESSO 1

Grupo 1			Grupo 2		
Nome	Idade que começou a jogar	Período de resultados ótimos	Nome	Idade que começou a jogar	Período de resultados ótimos
Zukertort	7	9	Chigorin	16	12
Spielmann	5	17	Lasker	12	30
Nimzowitsch	8	6	Maroczy	15	9
Capablanca	4	25	Pillsbury	14	6
Levenfish	6	18	Rubinstein	14	6
Alekhine	7	20	Vidmar	15	18
Euwe	5	14	Flohr	14	8
Reshevsky	4	25	Botvinnik	12	17
Bondarevsky	9	9	Lilienthal	15	4
Boleslavsky	9	12	Kotov	14	6
Média	6.4	15.5	Média	14.3	11.8

FONTE: KROGIUS (1976, p. 238).

Como a média de idade de aprendizagem do xadrez para estes sujeitos foi 10 anos e meio, Krogius dividiu a tabela em dois grupos: aqueles que aprenderam antes (grupo 1) ou depois (grupo 2) dos 10 anos e meio.

Os dados mostram que primeiro grupo aprendeu o jogo quase 8 anos antes do que o segundo, e no entanto a duração média de seu pico (período de resultados ótimos) foi somente 3.7 anos maior. Krogius diz que aprender o jogo antes dos 10 anos promove um período de atividade maior e um declínio mais tardio. (KROGIUS, 1976, p. 239).

Krogius também pesquisou um segundo pico que ocorre na carreira do jogador, dizendo que pode ocorrer em idades diferentes, mas em média não ocorre depois dos 44 ou 45 anos. Este segundo pico é uma fase muito curta na vida do jogador, durando em média 1 ano, ou seja, 10 vezes menos que o período ótimo. O intervalo entre o

segundo pico e o período ótimo é de aproximadamente 6 anos, e como regra, depois do segundo pico um rápido declínio ocorre quando a força do jogador tem uma queda expressiva. O segundo pico é observado principalmente em jogadores que aprenderam o jogo relativamente tarde, depois dos 12 anos, sendo que os jogadores que aprenderam o jogo antes dos 9 anos normalmente não apresentam o segundo pico. Krogius argumenta que a duração do período ótimo não depende da aprendizagem precoce do xadrez, pois métodos melhores de treinamento na adolescência podem igualar os resultados da aprendizagem precoce. (KROGIUS, 1976, p. 240-241).

Krogius destaca que outro fator importante na carreira de um jogador é o momento da obtenção do primeiro resultado significativo. Para pesquisar este assunto, Krogius dividiu novamente os jogadores em dois grupos, de acordo com a idade de aprendizagem do jogo, e então tabulou as idades em que os jogadores alcançaram o primeiro resultado de Grande Mestre. Os dados encontram-se na tabela a seguir.

TABELA 7 – RELAÇÃO ENTRE IDADE QUE COMEÇOU A JOGAR E SUCESSO 2

Grupo 1				Grupo 2			
Nome	Idade que começou a jogar	1 resul. GM	Intervalo	Nome	Idade que começou a jogar	1 resul. GM	Intervalo
Morphy	10	21	11	Blackburne	17	29	12
Zukertort	7	29	22	Chigorin	16	33	17
Spielmann	5	25	20	Lasker	12	24	12
Nimzowitsch	8	26	18	Maroczy	15	26	11
Capablanca	4	21	17	Pillsbury	16	23	7
Alekhine	7	22	15	Rubinstein	14	24	10
Euwe	5	26	21	Vidmar	15	26	11
Reshevsky	4	24	20	Flohr	14	23	9
Bondarevsky	9	27	18	Botvinnik	12	22	10
Keres	5	21	16	Lilienthal	15	25	10
Boleslavsky	9	26	17	Kotov	14	26	12
Smislov	6	20	14	Fine	12	22	10
Geller	7	27	20	Gligoric	12	28	16
Benko	8	30	22	Petrosian	12	23	11
Ivkov	8	22	14	Korchnoy	13	25	12
Larsen	7	21	14	Vasyukov	13	28	15
Tal	7	21	14	Polugayevsky	12	26	14
Spassky	5	18	13	Portisch	12	24	12
Fischer	6	15	9				
Hort	7	21	14				
Balashov	5	21	16				
Karpov	5	19	14				
Média	6.5	22.8	16.3	Média	13.6	25.3	11.7

FONTE: KROGIUS (1976, p. 241).

Para o período anterior à criação do título oficial de Grande Mestre, foi adotado como resultado GM as primeiras quatro colocações em um forte torneio internacional, ou derrotar em um *match* alguém que já obteve um resultado GM. (KROGIUS, 1976, p. 240).

Krogius informa que esta tabela mostra uma diferença significativa: os jogadores do segundo grupo (que aprenderam a jogar 7 anos mais tarde) levaram 4.6 anos a menos para obter um resultado de Grande Mestre, se comparados com os jogadores do primeiro grupo, o que fez diminuir o atraso do grupo 2 para somente 2.5 anos. Para interpretar estes resultados, Krogius (1976, p. 242) cita as opiniões oposta de dois Grandes Mestres de xadrez sobre a aprendizagem precoce do xadrez: Nimzowitsch e Reti. Para Nimzowitsch representa uma desvantagem em virtude da concretude do pensamento infantil, mas para Reti, representa uma vantagem, pois contribui para a formação e desenvolvimento da intuição no xadrez.

Krogius argumenta que se Reti estivesse certo, deveria ser encontrado um número maior de erros graves nas partidas dos jogadores do grupo 2, pois a intuição desempenha um importante papel na avaliação da posição imediatamente depois da jogada do adversário. Krogius analisou então aproximadamente 1.500 partidas dos 40 Grandes Mestres selecionados da tabela 11 e encontrou erros em 4% delas. Krogius informa que os jogadores do segundo grupo, que aprenderam a jogar mais tarde, cometeram duas vezes mais erros do que os jogadores do grupo 1, que aprenderam a jogar xadrez mais tarde antes. (KROGIUS, 1976, p. 241-242).

Dessa forma, destaca Krogius, os jogadores que aprendem a jogar com menos de 10 anos fazem significativamente menos erros táticos óbvios que aqueles que aprendem mais tarde. Isto significa que a aprendizagem do jogo precoce auxilia na obtenção de experiências concretas que por sua vez atuam na percepção intuitiva da posição. Assim, conclui Krogius, podemos inferir que a aprendizagem precoce do xadrez tem um efeito definitivo para o desenvolvimento da intuição. (KROGIUS, 1976, p. 241-243).

A seguir serão apresentados os conceitos piagetianos de real, possível, impossível, necessário, bem como uma descrição do pensamento operatório formal.

4 O REAL, OS POSSÍVEIS, O IMPOSSÍVEL, O NECESSÁRIO E O PENSAMENTO OPERATÓRIO FORMAL

Uma vez que já foi efetuada uma caracterização do jogo de xadrez, destacando o amplo espaço de possibilidades existente nesse jogo, a seguir serão descritos os conceitos de real, possíveis, impossível e necessário, que visam auxiliar na compreensão de como se dá a escolha de boas jogadas durante uma partida. Na seqüência, será feita uma descrição do período de desenvolvimento operatório formal da inteligência, pois os participantes desta pesquisa situam-se dentro da faixa etária que normalmente é classificada como operatório formal.

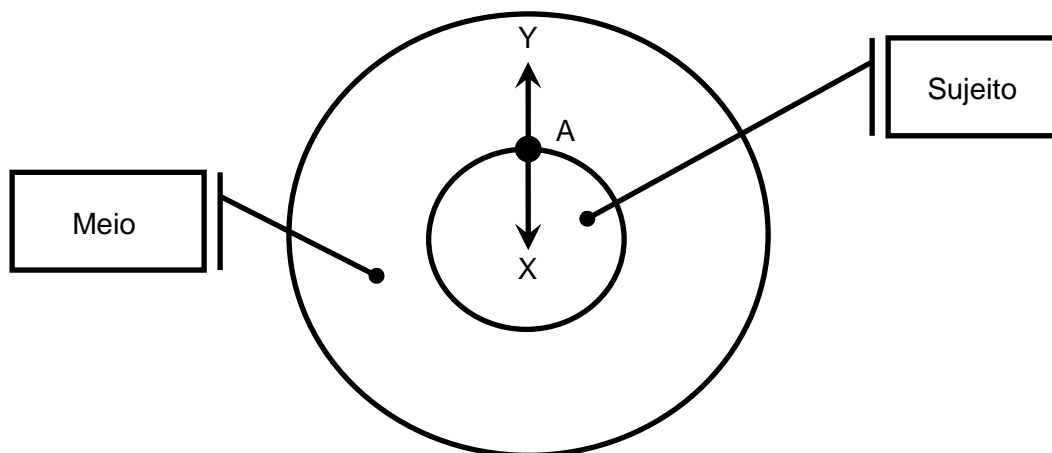
4.1 O REAL

Piaget afirma que: “o real em si mesmo, isto é, composto de objetos e de acontecimentos conhecidos ou ainda desconhecidos, existe independentemente do sujeito, embora só se torne conhecível à condição exclusiva de ser assimilado, portanto interpretado por ele.” (PIAGET, 1981, p. 133).

Nesse sentido, pode-se diferenciar entre real verdadeiro e aparente: o real verdadeiro é o que situa o dado no conjunto das possibilidades realizáveis, mas não realizadas simultaneamente. Já o real aparente se reduz só a realidade atual, por oposição ao possível. (BATTRO, 1971, p. 183).

Deve-se destacar que na epistemologia construtivista de Piaget, a inteligência não inicia pelo conhecimento do eu nem pelo conhecimento das coisas, mas pela interação dos dois. Nessa interação, a inteligência organiza o mundo organizando a si própria. Como todo conhecimento é, ao mesmo tempo, acomodação ao objeto e assimilação ao sujeito, a inteligência progride operando no duplo sentido da exteriorização e interiorização, sendo seus dois pólos a experiência física ($\rightarrow Y$) e a conscientização do próprio funcionamento intelectual ($\rightarrow X$), conforme pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 35 – RELAÇÃO ENTRE O SUJEITO E O MEIO



FONTE: PIAGET (1937, p. 330).

Na figura 35 pode-se ver a representação esquemática do que foi dito: o círculo pequeno representa pelo organismo e o grande, o meio ambiente. O encontro dos dois é registrado pelo ponto A. Como todo conhecimento é, ao mesmo tempo, acomodação ao objeto e assimilação ao sujeito, a inteligência progride operando no duplo sentido da exteriorização e interiorização, sendo seus dois pólos a experiência física ($\rightarrow Y$) e conscientização do próprio funcionamento intelectual ($\rightarrow X$). Nesse sentido, o sujeito constrói o real ao mesmo tempo em que constrói os instrumentos intelectuais para abordar o real. (PIAGET, 1937, p. 331).

4.2 OS POSSÍVEIS

No final da década de 1970, Piaget e colaboradores realizaram uma série de pesquisas para entender de que forma um conhecimento adquirido recentemente pode gerar novas possibilidades, produzindo novos conhecimentos. Estudaram também de que maneira esses novos conhecimentos tornam-se depois necessários. Em outras palavras, de que maneira se elabora a necessidade lógica e lógico-matemática. Piaget define o possível da seguinte forma:

(...) o possível não é algo observável, mas o produto de uma construção do sujeito, em interação com as propriedades do objeto, mas inserindo-as em interpretações devidas às atividades do sujeito, atividades essas que determinam, simultaneamente, a abertura de possíveis cada vez mais numerosos, cujas interpretações são cada vez mais ricas. (PIAGET, 1981, p. 7).

Para abordar o problema do surgimento dos possíveis, Piaget define três espécies de esquemas: presentativos, procedurais (ou de procedimentos) e operatórios. Os esquemas presentativos (e não somente representativos, pois podem ser também sensório-motores) dizem respeito aos caracteres simultâneos dos objetos e que se conservam em caso de composição. Piaget assim define esquemas presentativos:

Chamaremos esquemas presentativos os que estão ligados às propriedades permanentes e simultâneas de objetos comparáveis. É o caso dos esquemas representativos ou conceitos (por exemplo, os 'quadrados' ou os 'gatos', etc.), mas dizemos 'presentativos' porque, além dos conceitos, esse tipo de esquema engloba igualmente um grande número de esquemas sensório-motores (por exemplo, reconhecer que um objeto está suspenso por um fio, mesmo que o bebê não o balance, ou reconhecer que um objeto está 'afastado', mesmo que o sujeito não tente alcançá-lo). (PIAGET, 1976, p. 57).

Piaget afirma que os esquemas presentativos podem ser facilmente generalizados e abstraídos de seu contexto, e que se conservam mesmo se estão incluídos em outros mais amplos (como o conceito de 'gato' incluído no de 'animais').

Os esquemas procedurais (ou de procedimentos) consistem em meios orientados para um fim e em caso de sucessão ou de encadeamento de meios, os que serviram no início não se conservando necessariamente. No dizer de Piaget:

[são] as ações sucessivas que servem de meio para alcançar um fim (por 'precurssividade', isto é, determinação das ações iniciais pela orientação para um estado ulterior). Esses esquemas procedurais são difíceis de se abstrair de seus contextos, pois são, em seus detalhes, relativos a situações particulares e heterogêneas. E sua conservação é limitada, pois se um objetivo supões os meios 1, 2, 3...n, os primeiros não são mais empregados quando intervêm os seguintes (em compensação, a evocação desses esquemas significa conservá-los, mas por reconstrução presentativa). (PIAGET, 1976, p. 57-58).

Piaget destaca que os procedimentos estão ligados estreitamente ao seu contexto, sendo assim as "transferências" dos esquemas de procedimento de um

contexto a outros mais difíceis é bem distintas das generalizações de esquemas presentativos. (PIAGET, 1981, p. 9).

Os esquemas operatórios constituem a síntese dos dois esquemas precedentes: enquanto ato temporal e momentâneo, uma operação é um procedimento, mas a estrutura intemporal das leis de composição entre operações apresenta os caracteres de um esquema presentativo de ordem superior. (PIAGET, 1981, p. 9).

(...) os esquemas operatórios são, de certa forma, procedurais, mas por utilização de meios regulados e gerais (as operações). Além disso, se coordenam em estruturas (uma classificação, uma seriação, etc.) que são presentativas (incluindo também o grupo de deslocamentos sensório-motor). Os esquemas operatórios constituem uma síntese dos esquemas presentativos e procedurais (e não se deve confundir esta síntese com a indiferenciação relativa dessas formas de esquemas nos níveis sensório-motores). (PIAGET, 1976, p. 58).

Assim, todo indivíduo possui dois grandes sistemas cognitivos (S_1 e S_2) que estão interligados e são complementares, mas de significações diferentes: um sistema que visa *compreender* o real (S_1), e outro destinado ao *fazer* e que busca o *êxito* (S_2) em todos os domínios.

Piaget assim define fazer e compreender: “fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas por elas levantados, em relação ao porquê e ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizadas na ação.” (PIAGET, 1974, p. 176).

O *compreender* (S_1) é formado por esquemas presentativos e por esquemas operatórios enquanto estruturas. Os esquemas presentativos não permanecem isolados, mas se coordenam em classificações (para os conceitos), em seriações (para as relações assimétricas transitivas), etc., portanto, em agrupamentos operatórios de múltiplas naturezas, inclusive os infralógicos ou espaciais (PIAGET, 1976, p. 58).

O *fazer* (S_2 , o êxito) reúne um conjunto de esquemas procedurais e os esquemas operatórios enquanto operações transformantes que visam um objetivo qualquer (solução de um problema) (PIAGET, 1976, p. 58).

O sistema S_1 caracteriza o sujeito epistêmico, enquanto que S_2 caracteriza o sujeito psicológico. (PIAGET, 1981, p. 9).

A característica principal do sistema S_2 (e de todo procedimento) consiste apenas em estados de transição, pois como um procedimento visa alcançar um objetivo e, ao alcançá-lo, ele torna-se inoperante e deixa de existir enquanto procedimento:

(...) de um lado, o resultado obtido (anteriormente visado como objetivo) torna-se um esquema representativo e, de outro, se o procedimento dá lugar posteriormente a uma reconstituição mental (lembrança, compreensão das razões do êxito, etc.) é que de novo adquire, enquanto objeto conceitualizado de pensamento, um caráter representativo. (PIAGET, 1976, p. 60).

A originalidade do sistema S_2 consiste, então, em nunca estar em equilíbrio, pois é esse caráter de contínua novidade que lhe confere o papel de instrumento de reequilibrações: “visar um objetivo prático, procurar a solução de um problema, etc. é preencher uma lacuna ou remediar incoerências e construir um novo equilíbrio, obtido quando é alcançado ou o problema resolvido.” (PIAGET, 1976, p. 60).

Os estudos de Piaget sobre a evolução dos possíveis na criança mostram que, no início, há uma indiferenciação entre o real, o possível e o necessário, onde os objetos de conhecimento aparecem inicialmente ao sujeito, não apenas como sendo o que são, mas ainda como devendo necessariamente ser, o que exclui a possibilidade de variações ou mudanças (realidade = necessidade = única possibilidade). (PIAGET, 1981, p. 9-31).

Piaget chama essa característica de “pseudonecessidades” ou “pseudo-impossibilidades”, e acrescenta que não são exclusivas das crianças e são encontradas em todas as etapas da história das ciências.

(...) as situações de indiferenciação resultam essencialmente de insuficiência das atividades do sujeito quanto aos possíveis e quanto à necessidade, comportando em compensação o que ele considera como real, privilégios abusivos que remedeiam essas lacunas dos poderes dedutivos: daí os bloqueios e perturbações mútuas (...). Por um lado, a formação dos possíveis é naturalmente refreada pelas pseudonecessidades atribuídas a cada aspecto do real, mas, por outro lado, a necessidade autêntica, que repousa nos sistemas de transformação, implica uma coordenação entre os possíveis e não poderia pois ser atingida na ausência destes. (PIAGET, 1981, p. 134).

Piaget informa que, para atingir novos possíveis, não é suficiente imaginar processos que visam a um objetivo qualquer (com otimização ou redução a uma busca de variações): resta compensar essa forma efetiva ou virtual de perturbação que é a resistência do real quando concebido como “pseudonecessário”. Um tal mecanismo provoca, aliás, esse efeito suplementar de impelir o sujeito, no momento em que conseguiu vencer um obstáculo num ponto particular, a concluir através de uma inferência quase evidente que, se uma variação é possível, outras o são também, a começar pelas mais parecidas ou pelas de sentido contrário. (PIAGET, 1981, p. 9).

Se o possível procede, de um lado, das vitórias obtidas sobre o real e, por outro lado, das lacunas a preencher quando uma variação imaginada conduz à suposição de outras, esse duplo processo depende da equilibração em suas formas mais gerais. Mas enquanto o sistema dos esquemas presentativos e estruturais é caracterizado por estados de equilíbrios momentâneos ou duradouros, a natureza própria dos possíveis abertos pelo sistema dos procedimentos é, ao contrário, sua mobilidade contínua, reforçada pelas transferências que logo adquirem um resultado particular. (PIAGET, 1981, p. 10).

Sobre a evolução dos possíveis, Piaget faz a distinção entre possível estrutural e funcional, conforme pode ser visto nos quadros 18 e 19.

QUADRO 18 – POSSÍVEL ESTRUTURAL

Possível	Níveis Evolutivos	Nível Operatório
Estrutural	1) Possível engendrado gradualmente através de sucessões analógicas	I - Pré-Operatório
	2) Co-possível concreto	IIA - Operatório Concreto
	3) Co-possível abstrato	IIB - Operatório Concreto
	4) Co-possível “qualquer” em número ilimitado	III - Operatório Formal

FONTE: Adaptado de PIAGET (1981, p. 130).

Piaget chama a atenção para a evolução tão regular e geral observada na formação dos possíveis e a sucessão dos níveis operatórios.

Essa relação é tão íntima que nos foi possível utilizar os mesmos estádios para descrever os desenvolvimentos: ao estágio pré-operatório I correspondem os possíveis por sucessão analógica; no nível IIA, do início das operações concretas, se constituem os co-possíveis concretos; no seguinte IIB (patamar de equilíbrio das operações concretas) situam-se os co-possíveis que chamaremos abreviadamente abstratos, mas simplesmente no sentido de que são generalizados a muitos casos do que os únicos atualizados; finalmente, no patamar III das operações hipotético-dedutivas aparecem os co-possíveis quaisquer em um número ilimitado. (PIAGET, 1981, p. 130).

No primeiro nível, o possível engendrado gradualmente através de sucessões analógicas, as pesquisas mostram que as primeiras aberturas para novos possíveis decorrem de processos analógicos que combinam pequenas diferenças com semelhanças.

No segundo nível, do co-possível concreto, os possíveis são pouco numerosos mas todos atualizáveis (realizáveis), e no terceiro nível, do co-possível abstrato, os possíveis são bem mais numerosos (mas não “infinitos”) e dos quais somente alguns exemplos são fornecidos pelo sujeito. (PIAGET, 1981, p. 17). Esse qualificativo “abstrato” significa que, para o sujeito, as poucas realizações que ele indica não são exemplos de um campo de variações muito mais numerosas que podem ser deduzidas enquanto totalidade, mas não realizadas (nem mesmo representadas) uma a uma. (PIAGET, 1981, p. 25).

No último nível, do co-possível “qualquer” em número ilimitado, o possível torna-se verdadeiramente dedutível desde a primeira constatação corrigida e isso graças a sua união com o necessário. (PIAGET, 1981, p. 28).

Piaget afirma que o advento do co-possível não marca somente a passagem do sucessivo ao simultâneo, o que já constitui um progresso decisivo, mas a formação de novos tipos de possíveis que favorecem o desenvolvimento de “composições regradas” a partir de “sobrecomposições”: esses novos tipos consistirão em relações entre relações, ou relações entre variações, o que prepara naturalmente a formação das operações. (PIAGET, 1981, p. 77-78).

Piaget diz que a explicação causal consiste em colocar o real num sistema de variações co-possíveis, unidas entre si através de relações necessárias. (PIAGET, 1981, p. 28).

Do ponto de vista funcional, Piaget também identificou quatro níveis evolutivos de possíveis, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 19 – POSSÍVEL FUNCIONAL

Possível	Níveis Evolutivos
Funcional	1) Possível hipotético
	2) Possível atualizável
	3) Possível dedutível
	4) Possível exigível

FONTE: Adaptado de PIAGET (1981, p. 11).

O possível hipotético é a forma mais elementar e comporta uma mescla de erros e de idéias fecundas que levam a êxitos. Os possíveis atualizáveis são os que, após seleções, dão origem às realizações efetivas ou a uma idéia correta de sua amplitude (mesmo no caso de número reconhecido “infinito”). O possível dedutível refere-se a variações intrínsecas que podem ser inferidas a partir de uma estrutura operatória. Por fim, fala-se de possíveis exigíveis quando o sujeito pensa que se pode e se deve generalizar uma estrutura, mas sem saber ainda por meio de quais procedimentos. (PIAGET, 1976, p. 62).

Piaget ainda faz a distinção entre dois tipos de possíveis: físico e instrumental. O possível físico refere-se às possibilidades que o material oferece, mas que é preciso descobrir através de explorações mais ou menos rudimentares ou dirigidas e que depende da experiência. Em outras palavras, o possível físico apóia-se nos efeitos supostamente possíveis de uma modificação determinada do material e diz respeito às relações causais que condicionam quaisquer composições.

Já o possível instrumental refere-se aos poderes possíveis que o sujeito pode adquirir através de suas ações apoiando-se nesse possível físico, mas ultrapassando, mais ou menos consideravelmente, as ligações elementares e imaginando combinações de ordem superior acompanhadas ou não de variados objetivos com fim determinado e de uma necessidade de otimização ou, pelo menos, de melhoramentos. Dito de outra forma, o possível instrumental apóia-se nas ações a serem executadas e

coordenadas para obter construções livremente escolhidas e subordina as relações causais a fins determinados. (PIAGET, 1981, p. 58).

4.3 O IMPOSSÍVEL E O NECESSÁRIO

Piaget afirma que as noções de impossível e necessário são interligadas pois a necessidade da afirmação p equivale igualmente à impossibilidade de sua negação $não-p$. (PIAGET, 1976, p. 62).

Piaget distingue três variedades de impossibilidades, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 20 – VARIEDADES DE IMPOSSIBILIDADE

Variedades de Impossibilidade	Características
1) Impossível “subjetivo” ou “pseudo-impossibilidade”	O sujeito erroneamente acredita não ser possível.
2) Impossível lógico	É a negação de uma necessidade.
3) Impossível físico de direito	É baseado em razões dedutivas.

FONTE: Adaptado de PIAGET (1976, p. 62-63).

O impossível subjetivo, que positivamente corresponde a uma “pseudonecessidade” é de grande interesse às fontes de necessidade e à teoria dos possíveis, porque lhes impõe limitações arbitrárias, porém bem mais coercitivas. Piaget diz que nas “pseudo-impossibilidades” ou “pseudonecessidades”, distinguem-se duas espécies de reações indissociáveis e uma está, de certa forma, compreendida na outra. A primeira é a confusão do geral e do necessário, e a segunda é a indiferenciação do fatural e do normativo: o que é “assim” (de fato) “deve ser assim”.

Piaget afirma que essas reações são muito esclarecedoras quanto à dificuldade das primeiras aberturas para novos possíveis:

(...) a dificuldade das novas aberturas não consiste apenas em imaginar o novo, mas em abolir as limitações que o real opõe aos possíveis em devenir; desta maneira, o aumento dos possíveis se apresenta também como uma vitória progressiva, mas laboriosa, sobre as limitações. (PIAGET, 1976, p. 63-64).

Em resumo, diz Piaget, pode-se dizer que a impossibilidade subjetiva ou pseudo-impossibilidade caracteriza-se por uma superestimação do real atual, portanto, estados de determinados fatos, ou porque suas características particulares (na realidade limitadas) se impõe injustificadamente como gerais e necessárias – daí as “pseudonecessidades” – ou simplesmente porque este real atual, considerado como o único possível, fecha as aberturas para os novos possíveis. Piaget afirma que a negação das pseudo-impossibilidades ou pseudonecessidades não conduzem à necessidade mas simplesmente a novas possibilidades. (PIAGET, 1976, p. 64-65).

Sobre a impossibilidade lógica Piaget diz que equivale à negação de necessidades, e fornece o seguinte exemplo: no experimento do recorte de uma figura quadrada, onde se pede para o sujeito imaginar quantos pedaços resultarão do recorte de um quadrado, a criança do primeiro nível imagina que com n cortes, por exemplo dois, obterá dois pedaços (portanto também n), ou para um só corte acredita que obterá apenas um pedaço, desprezando o resto. Se pedir três pedaços, ela faz três cortes e não compreende por que obtém quatro partes. “Assim, ela chega, mais ou menos rapidamente, a descobrir a impossibilidade de obter n pedaços por meio de n cortes, o que conduzirá à descoberta da necessidade de n cortes $\rightarrow (n + 1)$ pedaços”. (PIAGET, 1976, p. 65).

Quanto às impossibilidades físicas, Piaget diz que há dois. Pode-se tratar apenas de constatações, como no caso de um empilhamento de objetos que não podem manter sua posição se os mais altos estão mal equilibrados, embora o sujeito não explique estas condições de equilíbrio. Ao contrário, no caso de uma régua que ultrapassa a borda da mesa, o sujeito consegue prever, precocemente, que é impossível mantê-la em equilíbrio se mais da metade não estiver sobre a mesa e dá uma explicação através do jogo de pesos, o que equivale atribuir aos objetos físicos relações calcadas nas operações aditivas diretas e inversas. “Neste caso, a impossibilidade física (de direito e não apenas de fato) equivale inserir o real no quadro

das impossibilidades e necessidades operatórias, portanto, lógico-matemáticas.” (PIAGET, 1976, p. 65-66).

Sobre o necessário, Piaget diz que não há simples dicotomia entre o necessário e o não-necessário, mas que existem graus variados de necessidade em função de formas mais ou menos avançadas de equilíbrio, ou seja, de maior ou menor “força” das estruturas. (PIAGET, 1976, p. 66).

O necessário, como o possível, é produto das composições inferenciais do sujeito e também não é um observável. As pesquisas de Piaget e colaboradores mostram que a evolução do necessário parece paralela à do possível, e que, nos estágios iniciais, por haver uma indiferenciação entre factual e normativo, o real é interpretado pelas crianças de 4-5 anos por pseudonecessidades acompanhadas de pseudo-impossibilidades. Assim, estas formas iniciais consistem de necessidades locais devidas às composições elementares. (PIAGET, 1983, p. 8).

Piaget afirma que é possível imaginar uma grande lei de evolução que engloba o real, o possível e o necessário, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 21 – LEI DE EVOLUÇÃO ENTRE REAL, POSSÍVEL E NECESSÁRIO

Período	Características
1) Indiferenciação	<u>Real</u> acompanhado de <u>pseudonecessidade</u> e o <u>possível</u> se reduz aos prolongamentos diretos do real atual.
2) Diferenciação	<u>Possível</u> : famílias de co-possíveis. <u>Necessário</u> : ultrapassa as coordenações locais gerando composições operatórias. <u>Real</u> : conteúdos concretos.
3) Integração	Num sistema total de modo que o <u>real</u> aparece ao sujeito como um conjunto de atualizações entre os <u>possíveis</u> .

FONTE: Adaptado de PIAGET (1983, p. 8-9).

Piaget afirma que o necessário constitui as integrações, do mesmo modo que o possível exprime a riqueza das diferenciações, daí a correlação das duas evoluções. Para abordar a relação entre integração e necessidade, Piaget faz a definição dos termos sistema, estrutura, integração, integrado, necessitação e necessidade.

Um sistema é (...) um conjunto de relações interdependentes que constituem uma totalidade com propriedades estáveis, independentemente das variações possíveis de seus elementos. Um sistema é pois suscetível de funcionamento sob a forma de ações ou operações momentâneas e (temporalmente) sucessivas que modificam os elementos. Comporta, por outro lado, uma “estrutura” enquanto conjunto intemporal das transformações possíveis que respeitam os caracteres de sua totalidade. Chamaremos de “integração” os processos de construção de um sistema, e “integrado” seu estado de acabamento. A “necessitação” consistirá naquelas composições sucessivas que tornam necessárias certas relações engendradas pelo processo integrativo (...) e a “necessidade” caracterizará o estatuto intemporal do resultado dessas composições quando sua negação (ou ausência) seria contraditória com as leis da totalidade. (PIAGET, 1983, p. 8 e 44).

Mas para compreender as relações entre a necessidade e a integração, diz Piaget, é ainda útil distinguir as três dimensões possíveis da necessidade, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 22 – ETAPAS DA NECESSITAÇÃO

Etapas da Necessitação	Nível Operatório	Características
1) Determinação	IA e IB Pré-Operatório	É a busca das condições necessárias e suficientes para obter um resultado desejado.
2) Aprofundamento	IIA Operatório-Concreto	Consiste em fornecer a razão de uma transformação a ser efetuada.
3) Amplificação	IIB Operatório-Concreto	Consiste em livrar as conseqüências necessárias de uma composição já necessitada.

FONTE: Adaptado de PIAGET (1983, p. 44 e 124).

Piaget diz que os processos de integração exigem necessidades, nem que seja para obrigar as transformações em jogo a conservar os caracteres da totalidade do sistema. Piaget também afirma que a integração é mais ampla do que as necessidades que ela implica, e que toda necessitação conduz a integrações, pois resulta de composições que não podem permanecer isoladas. Mas toda necessidade produzindo novas possibilidades e suas propriedades de aprofundamento e de amplificação sendo por si mesmas fontes de ultrapassagem, a necessitação que conduz a uma integração, a construção de um sistema, portanto, tende a se ampliar em um novo sistema que

engloba o precedente. Desse ponto de vista, uma necessidade é mais rica em possibilidades que implica do que o sistema no seio do qual está integrada no momento. (PIAGET, 1983, p. 44, 45). Resumindo:

(...) a integração, enquanto organizadora, é a fonte da necessitação, ao passo que esta, enquanto estabilizadora, assegura à integração seu equilíbrio, abrindo-a através da amplificação sobre as majorações que ela torna assim possíveis. (PIAGET, 1983, p. 46).

Quanto ao desenvolvimento das necessidades, Piaget identificou três estágios, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 23 – NÍVEIS NO DESENVOLVIMENTO DAS NECESSIDADES

Níveis das Necessidades	Nível Operatório	Características
1) Pré-necessidades	Pré-operatório	Inferências locais exatas, mas incompletas.
2) Co-necessidades limitadas	Operatório - concreto	O prefixo “co” significa que elas se constituem solidariamente e podem compor-se entre si, e suas limitações prendem-se aos conteúdos concretos aos quais são aplicadas ou atribuídas.
3) Co-necessidades ilimitadas	Hipotético-dedutivo	Intervêm em quaisquer deduções formais.

FONTE: Adaptado de PIAGET (1983, p. 125).

Piaget chama a atenção para um paralelismo estreito entre as duas evoluções do possível e do necessário, e, além disso, um parentesco certo com a evolução das estruturas operatórias.

4.4 A INTELIGÊNCIA OPERATÓRIA FORMAL

Para Inhelder e Piaget (1955, p. 183-184), o estudo do desenvolvimento psicológico do pensamento pode ser feito em dois pontos de vista complementares: o das condições de equilíbrio e o das condições das estruturas. Do ponto de vista das condições de equilíbrio, o pensamento parece, em cada uma das suas formas, passar

de estados menos equilibrados a estados mais equilibrados, sendo possível identificar dois fatores principais relativos à essa equilibração pior ou melhor: um relativo à extensão maior ou menor do campo do equilíbrio, e o outro aos instrumentos de coordenação, ou seja, às estruturas de que a inteligência dispõe nos níveis considerados.

Do ponto de vista das condições das estruturas, o problema consiste em verificar a filiação das estruturas que caracterizam essas coordenações, assim como seu modo de construção. Essa construção depende de três fatores principais: a maturação do sistema nervoso, a experiência adquirida em função do meio físico, e a ação do meio social. No entanto, Piaget destaca que estes fatores só atuam, respectiva e concorrentemente, ao se submeterem às leis de equilíbrio que determinam as melhores formas de adaptação compatíveis com o conjunto das condições em jogo. “Portanto, o equilíbrio e a estrutura são os dois aspectos complementares de toda organização do pensamento.” (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 184).

4.4.1 O pensamento formal do ponto de vista do equilíbrio

Inhelder e Piaget (1955, p. 185) destacam que a principal característica do pensamento formal está ligada ao papel que dá ao possível com relação às verificações de realidade, e que comparado ao pensamento concreto, constitui uma nova forma de equilíbrio.

Ao final do período sensório-motor, por intermédio da função simbólica, uma nova forma de pensamento se desenvolve na criança. Esta forma de pensamento é de natureza pré-lógica (ou pré-operatória) e difere do pensamento operatório concreto sob três aspectos: primeiro, ao considerar situações estáticas, a criança tende a explicá-las em função de seus caracteres de configuração atual, mais do que em função das transformações que levam de uma situação a outra. Segundo, o pensamento do sujeito, no que se refere a essas transformações, assimila-as às ações pessoais do sujeito e não a operações reversíveis. Estas duas diferenças podem ser reduzidas a uma: os estados e as modificações ainda não formam, no nível do pensamento intuitivo, um

sistema único, enquanto que no nível das operações concretas as situações se subordinarão às transformações em si mesmas. Terceiro, já existe neste nível uma tendência para a formação de sistemas de conjunto, mas a reversibilidade neste período é ainda incompleta. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 185-186).

Já com o surgimento do pensamento concreto, o sistema das regulações, até então sem estabilidade, chega a uma primeira forma de equilíbrio estável:

(...) ao atingir o nível da reversibilidade completa, as operações concretas decorrentes das regulações precedentes se coordenam, na realidade, em estruturas definidas (classificações, seriações, correspondências, etc.) que se conservarão durante toda a vida, sem excluir a formação de sistemas superiores, mas continuando ativos no plano limitado da organização dos dados imediatos. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 187).

Esta forma de equilíbrio consiste, em primeiro lugar, em que os domínios sucessivamente estruturados por esse pensamento concreto não admitem mais oposição entre as situações estáticas e as transformações, sendo que as primeiras subordinam-se às segundas, no sentido em que cada estado é concebido como resultado de uma transformação.

Em segundo lugar, afirmar que o sistema das transformações está em equilíbrio significa dizer que essas transformações adquiriram uma forma reversível e a potencialidade para se coordenar segundo as leis fixas da composição, sendo que as transformações são agora assimiladas às operações.

Em terceiro lugar, o pensamento operatório concreto, comparado ao pensamento intuitivo pré-operatório, caracteriza-se por uma extensão do real na direção do virtual, pois classificar objetos significa construir conjuntos de tal forma que novos objetos possam ser ligados aos objetos já classificados, e novas inclusões se tornem possíveis. Da mesma forma, seriar objetos em ordem comporta novas subdivisões possíveis, mas estas possibilidades intrínsecas às operações concretas não estão ainda abertas para um campo mais ou menos amplo de hipóteses, como será o caso das operações formais. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 187).

(...) o pensamento concreto continua fundamentalmente ligado ao real, e o sistema das operações concretas, que constitui a forma final de equilíbrio do pensamento intuitivo, chega apenas a um conjunto restrito de transformações virtuais, e, portanto, a uma noção do “possível” que é apenas uma extensão (não muito grande) do real. Este caráter do pensamento concreto é muito claro (...) [ao se comparar] o pensamento concreto da criança ao pensamento formal do pré-adolescente ou do adolescente; enquanto que estes últimos, para resolver o problema que lhes é proposto, começam imediatamente a construir um conjunto de hipóteses entre as quais precisarão escolher experimentalmente a melhor, a criança do nível concreto a rigor não cria hipóteses. Age desde o começo, e apenas procura, durante sua ação, coordenar as leituras sucessivas dos resultados que obtém, o que significa estruturar a realidade na qual atua. Ou, se admitimos que cria hipóteses, é preciso esclarecer que estas são apenas projetos de ações possíveis, e não, como no adolescente, formas de imaginar o que deveria ser o real se tal ou qual condição hipotética fosse satisfeita. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 188).

Inhelder e Piaget (1955, p. 189-191) apontam quatro características do pensamento formal: inversão de sentido entre o real e o possível, o que faz com que o pensamento formal seja essencialmente hipotético-dedutivo. O pensamento formal refere-se a elementos verbais, e não mais diretamente aos objetos. O pensamento formal constitui um sistema de operações de segunda potência. E por último a utilização de um procedimento combinatório.

Com o pensamento formal ocorre uma inversão de sentido entre o real e o possível, pois em vez de o possível se manifestar simplesmente sob a forma de um prolongamento do real ou das ações executadas na realidade, é, ao contrário, o real que se subordina ao possível. No pensamento formal, os fatos são concebidos como o setor das realizações efetivas no meio de um universo de transformações possíveis, pois não são explicados, e nem admitidos como fatos, senão depois de uma verificação que se refere ao conjunto das hipóteses compatíveis com a situação dada.

É esta inversão de sentido entre o real e o possível que, mais que qualquer outra propriedade subsequente, caracteriza o pensamento formal: em vez de apenas introduzir um início de necessidade no real, como ocorre nas inferências concretas, realiza desde o início a síntese entre o possível e o necessário, deduzindo com rigor as conclusões de premissas, cuja verdade inicialmente é admitida apenas por hipótese, e, assim, vai do possível para o real. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 189).

Dessa forma, o pensamento formal é essencialmente hipotético-dedutivo, sendo que a dedução não mais se refere a realidades percebidas, mas a enunciados hipotéticos, isto é, a proposições que se referem a hipóteses ou apresentam dados apenas como simples dados, independente do seu caráter real. Assim, a dedução consiste em ligar estas suposições, e delas deduzir suas conseqüências necessárias, mesmo quando sua verdade experimental não ultrapassa o possível. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 189).

O pensamento formal também possui a propriedade de referir-se a elementos verbais, e não mais diretamente aos objetos, embora nem todo pensamento verbal seja formal. Quando os objetos são substituídos por enunciados verbais, superpõe-se uma nova lógica – a das proposições – à das classes e relações que se referem a esses objetos, e esta é uma segunda propriedade fundamental do pensamento formal. E esta lógica das proposições comporta um número bem maior de possibilidades operatórias do que os simples agrupamentos de classes e de relações. Assim, é o número de operações possíveis que, inicialmente, a distingue funcionalmente do pensamento concreto, pois, a prova disso é que a lógica das proposições se manifesta sob suas formas mais características, tanto diante de situações experimentais, como diante de problemas puramente verbais. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 190).

Inhelder e Piaget (1955, p. 190) destacam que o papel do pensamento formal não se reduz a traduzir em palavras ou em proposições o que poderia ter sido executado concretamente sem o seu recurso. Ao contrário, é durante as manipulações experimentais que se afirma, no início do pensamento formal, uma série de possibilidades operatórias novas, formadas por disjunções, implicações, exclusões, etc., que intervêm desde a organização da experiência e desde a leitura dos dados de fato. A razão disso é que desde o contato com os problemas de fato, o pensamento formal parte da hipótese, ou seja, do possível, em vez de limitar-se a uma estruturação direta dos dados percebidos.

Assim, o característico da lógica das proposições não é ser uma lógica verbal. É, antes de tudo, uma lógica de todas as combinações possíveis do pensamento, tanto no caso em que tais combinações aparecem com problemas experimentais, quanto no

caso em que aparecem diante de problemas puramente verbais.

E o motor efetivo da lógica das proposições é o poder de combinar, graças ao qual ela insere o real no conjunto das hipóteses possíveis, compatíveis com os dados.

Inhelder e Piaget (1955, p. 190-191) destacam ainda que o pensamento formal se constitui num sistema de operações de segunda potência. As operações concretas são as operações de primeira potência, pois se referem diretamente aos objetos, como por exemplo, a construção de relações entre elementos dados. No entanto, também é possível construir relações entre relações, como por exemplo, as proporções, cuja conquista só é obtida no nível formal, sendo que as proporções supõe as operações de segunda potência.

Esta noção de operação de segunda potência exprime novamente o caráter geral do pensamento formal, que é o de ultrapassar o quadro das transformações que se referem diretamente ao real (operações de primeira potência) subordinando-as a um sistema de combinações hipotético-dedutivas, e, portanto, simplesmente possíveis. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 191).

Por fim, Inhelder e Piaget destacam o caráter combinatório do pensamento formal, pois para lidar com o possível, o sujeito precisa de um instrumento para gerá-lo, e esse instrumento é uma combinatória, um procedimento para combinar elementos que, diante de uma situação determinada, permite ao sujeito a produção de todos os casos possíveis. Inhelder e Piaget afirmam que “apenas uma combinação dá o conjunto dos possíveis e, no terreno experimental, a pesquisa das combinações novas é precisamente o que caracteriza a hipótese.” (1955, p. 191). Ver quadro 24.

QUADRO 24 – CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO FORMAL

Característica		Descrição
1	Inversão de sentido entre o real e o possível, o que faz com que o pensamento formal seja essencialmente hipotético-dedutivo.	Em vez de apenas introduzir um início de necessidade no real, como ocorre nas inferências concretas, realiza desde o início a síntese entre o possível e o necessário, deduzindo com rigor as conclusões de premissas, cuja verdade inicialmente é admitida apenas por hipótese, e, assim, vai do possível para o real. A dedução não mais se refere a realidades percebidas, mas a enunciados hipotéticos, isto é, a proposições que se referem a hipóteses ou apresentam dados apenas como simples dados, independente do seu caráter real.
2	Refere-se a elementos verbais, e não mais diretamente aos objetos.	Quando os objetos são substituídos por enunciados verbais, superpõe-se uma nova lógica – a das proposições – à das classes e relações que se referem a esses objetos.
3	Constitui um sistema de operações de segunda potência.	As operações concretas são as operações de primeira potência, pois se referem diretamente aos objetos, como por exemplo, a construção de relações entre elementos dados. No entanto, também é possível construir relações entre relações, como por exemplo, as proporções, cuja conquista só é obtida no nível formal, sendo que as proporções supõe as operações de segunda potência.
4	Procedimento combinatório	Para lidar com o possível, o sujeito precisa de um instrumento para gerá-lo, e esse instrumento é uma combinatória, um procedimento para combinar elementos que, diante de uma situação determinada, permite ao sujeito a produção de todos os casos possíveis.

FONTE: Adaptado de INHELDER e PIAGET (1955, p. 189-191).

Como a inversão de sentido entre o real e o possível constitui o caráter mais fundamental do pensamento formal, deve-se precisar o significado do possível e do real no domínio do pensamento formal.

O domínio do possível, atingido pelo pensamento formal, na realidade não é de forma alguma o do arbitrário, ou da imaginação livre de qualquer regra e de toda objetividade. Ao contrário, o advento do possível deve ser considerado sob a dupla perspectiva física e lógica como a condição não menos indispensável para a constituição de conexões necessárias, utilizadas pelo pensamento. (INHELDER; PIAGET 1955, p. 191).

Do ponto de vista físico, sabe-se que um estado de equilíbrio se caracteriza pela compensação entre todas as modificações virtuais, compatíveis com as ligações do sistema considerado. No dizer de Inhelder e Piaget (1955, p. 193):

(...) para conceber o possível, o pensamento formal é obrigado a dispor, em cada situação específica, de uma grande amplitude de operações virtuais que ultrapassam o domínio das operações momentaneamente utilizadas de fato, e tais operações virtuais constituem uma condição necessária de equilíbrio, e isso pelas duas razões seguintes: de um lado, são elas que correspondem ao que na linguagem da teoria do equilíbrio, denominamos as “transformações virtuais”; de outro, há equilíbrio na medida em que essas transformações virtuais “se compensam” exatamente, ou, na linguagem das operações, na medida em que tais operações possíveis constituem um sistema rigorosamente reversível do ponto de vista lógico.

Do ponto de vista lógico, a significação lógica representa um caráter indispensável para o funcionamento do pensamento hipotético-dedutivo ou formal. Deve-se ter em mente que, na realidade, o possível formal é o correlato obrigatório de da noção de necessidade. Inhelder e Piaget (1955, p. 193) destacam que:

Uma afirmação relativa apenas ao real – por exemplo, um juízo de existência ou um juízo predicativo – não precisa ser necessário: a afirmação é verdadeira ou falsa, na medida em que corresponde ou não a um fato. Uma dedução que refere a uma hipótese (ou a um dado de fato, mas admitido como hipótese), é, ao contrário, necessariamente verdadeira, do ponto de vista formal, desde que seja correta, e isso independentemente do valor da hipótese admitida. A conexão marcada pelas palavras “se...então” (implicação inferencial) consiste em ligar uma consequência necessária a uma afirmação simplesmente possível: é esta síntese do necessário e do possível que caracteriza o emprego desse possível no pensamento formal, por oposição ao possível-extensão-do-real do pensamento concreto e às possibilidades não reguladas, características das ficções da imaginação.

Inhelder e Piaget (1955, p. 193-194), ao indagar em que consiste este possível formal, argumentam “é possível tudo que não é contraditório”. Assim, a reversibilidade operatória formal que, na perspectiva física significa a exata compreensão das transformações (ou operações) virtuais, adquire na perspectiva lógica, a significação da necessidade dedutiva.

No conjunto, esses dois aspectos, físico e lógico, da noção de possível, psicologicamente constituem apenas um: ao situar um estado real num sistema de transformações possíveis, o pensamento formal assegura, simultaneamente, seu equilíbrio, do ponto de vista da conservação psicológico ulterior das estruturas que desenvolve, e seu valor de instrumento lógico necessário, do ponto de vista da utilização dessas estruturas, enquanto instrumentos dedutivos. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 194).

Inhelder e Piaget (1955, p. 195) apontam duas significações psicológicas para a palavra possível: o materialmente possível e o estruturalmente possível. O materialmente possível é o possível do ponto de vista do sujeito, e refere-se às operações ou relações que o sujeito concebe como possível, ou seja, aquilo que o sujeito sabe que pode efetuar ou construir, mesmo que não o faça efetivamente. O estruturalmente possível é o possível do ponto de vista do observador, e são as operações e relações que o sujeito seria capaz de efetuar ou de construir, mas sem que pense fazê-lo, ou seja, sem que tome consciência dessa eventualidade, nem de sua capacidade a respeito. Inhelder e Piaget (1955, p. 196) destacam que:

(...) sempre devem ser consideradas, num ato de inteligência, as operações reais, no sentido de efetivamente realizadas no pensamento consciente do sujeito, e as operações “estruturalmente possíveis”, isto é, que não efetua, mas que poderia efetuar. (...) é esse possível relativo às estruturas operatórias, de que o sujeito dispõe, que constitui o possível do ponto de vista do observador e que, portanto, corresponde, no domínio físico, às transformações virtuais, não efetivamente realizadas.

O materialmente possível tem estreitas relações com o estruturalmente possível, do qual constitui um primeiro plano de atualização: é na medida em que o sujeito dispõe de um número suficiente de operações estruturalmente possíveis que chega a imaginar as transformações materialmente possíveis. No dizer de Inhelder e Piaget:

Sem um certo jogo de possibilidades estruturais (e é o que se manifesta claramente ao nível pré-operatório, e mesmo no das operações concretas), não poderia verificar os estados de fatos percebidos no real, os estados estáticos ou as transformações atuais, e não chegaria a ter uma representação das transformações hipotéticas que servem para que imagine novas experiências. Portanto, o materialmente possível depende do estruturalmente possível. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 196).

4.4.2 O pensamento formal do ponto de vista das Estruturas

Depois de caracterizar a diferença entre o pensamento concreto e pensamento formal do ponto de vista do equilíbrio, por intermédio da extensão progressiva do conjunto das operações virtuais ou possíveis, Inhelder e Piaget destacam que é necessário comparar as estruturas totais que correspondem a essas duas formas de equilíbrio.

Inhelder e Piaget (1955, p. 205) afirmam que todo estado de equilíbrio pode ser reconhecido por uma certa forma de reversibilidade. Do ponto de vista estrutural, a reversibilidade, que é a possibilidade permanente de uma volta ao ponto de partida, se apresenta sob duas formas distintas e complementares. Pode-se voltar ao ponto de partida anulando-se a operação efetuada, o que constitui uma inversão ou negação: o produto da operação direta e de seu inverso é a operação nula ou idêntica. Mas também se pode voltar ao ponto de partida anulando uma diferença (no sentido lógico do termo), o que constitui uma reciprocidade: o produto de duas operações recíprocas é, não uma operação nula, mas uma equivalência.

A inversão e a reciprocidade são encontradas sob aspectos diferentes em todos os estádios de desenvolvimento, pois constituem as condições de equilíbrio das ações mais elementares, bem como das ações superiores. É assim que no nível perceptivo (embora não exista ainda nenhuma reversibilidade completa) as inversões correspondem às adjunções ou supressões de elementos e as reciprocidades às simetrias ou semelhanças. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 205).

Existe uma primeira diferença importante entre as estruturas concretas e formais: enquanto que as segundas chegam a reunir as inversões e as reciprocidades em um sistema único de transformações (o grupo INRC), os sistemas característicos das operações concretas, ou agrupamentos de classes e de relações, decorrem da inversão (classes) ou da reciprocidade (relações), sem síntese geral dessas duas formas de reversibilidade. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 205-206).

De uma maneira geral, os “agrupamentos” elementares, que constituem as únicas estruturas de conjunto acessíveis ao nível das operações concretas, se caracterizam, portanto, por duas particularidades essenciais que as opõe às estruturas formais: 1) Constituem sistemas de inclusões ou de encadeamentos simples ou múltiplos, mas sem combinatória que inclua uma combinatória que ligue os diversos elementos de n por n ; por conseguinte não atingem a estrutura do reticulado que comporta uma tal combinatória (“conjunto das partes”), mas permanecem no estado de semi-reticulados; 2) Apresentam uma reversibilidade que consiste seja em inversão (classes), seja em reciprocidade (relações), mas não chegam a reunir essas duas formas de reversibilidade num sistema único; por isso, não coincidem com a estrutura do grupo das inversões e reciprocidades (o grupo *INRC*) e permanecem no estado de grupos incompletos. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 207).

As estruturas concretas de classes consistem exclusivamente de classificações simples (aditivas) ou multiplicativas (tabelas multiplicativas ou matrizes), de tal forma que cada classe depende daquelas de que faz parte (A incluído em B, B em C, etc.) e se opõe à sua complementar com relação à classe imediatamente superior ($A' = B - A$; $B' = C - B$; etc.), mas sem combinatória que dê todos os sub-conjuntos possíveis de classes no interior do sistema. Essas estruturas repousam exclusivamente na reversibilidade por inversão: o sujeito pode assim reunir duas classes contíguas numa única classe ($A + A' = B$; etc.) ou subtrair uma do todo assim formado ($A = B - A'$); pode também multiplicar uma classe pela outra ($A_1 \times A_2 = A_1A_2$) ou abstrair uma do todo assim formado ($A_1A_2 : A_2 = A_1$); mas tais sistemas ignoram a forma geral da reciprocidade. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 206).

Inhelder e Piaget afirmam que as estruturas concretas de relações coordenam entre si as equivalências completas (igualdades) ou parciais (alteridades) no caso de relações simétricas, as diferenças ordenadas no caso das relações assimétricas transitivas (seriações ou encadeamentos) e comportam igualmente os sistemas multiplicativos (correspondências, etc.). A reversibilidade característica dessas estruturas consiste de reciprocidades.

Para se entender a capacidade da inteligência operatória formal convém compará-la com os agrupamentos mais complexos de que a inteligência operatória concreta é capaz: as classificações multiplicativas (matrizes). Piaget e Inhelder (1959, p. 188) fornecem o exemplo: dado um jogo de elementos de duplas características (quadrados e círculos, vermelhos e azuis) que podem ser repartidos em duas classes

A_1 e A'_1 , segundo uma das suas características (A_1 = quadrados e A'_1 = círculos) e, igualmente, em duas classes A_2 e A'_2 , segundo a outra característica (A_2 = vermelhos e A'_2 = azuis), chama-se B_1 à reunião das duas primeiras classes (formas), ou seja, $B_1 = A_1 + A'_1$, e B_2 à reunião das duas segundas (cores), ou seja, $B_2 = A_2 + A'_2$.

A classificação multiplicativa consiste em classificar esses elementos ao mesmo tempo, segundo a classificação aditiva B_1 e segundo a classificação aditiva B_2 , o que originará quatro classes distintas: $A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$. Para resolver o problema o sujeito deve, necessariamente, construir uma matriz de duas dimensões (quadro de dupla entrada m n), como pode ser visto a seguir:

QUADRO 25 – MATRIZ DE DUPLA ENTRADA

		B₁	
		A_1	A'_1
B₂	A_2	$A_1 A_2$	$A'_1 A_2$
	A'_2	$A_1 A'_2$	$A'_1 A'_2$

FONTE: Adaptado de PIAGET e INHELDER (1959, p. 188).

No nível das operações concretas o sujeito é capaz de montar esta matriz multiplicativa para resolver o problema, mas ainda não tem “um método sistemático que inclua principalmente o emprego do procedimento que consiste em fazer variar um único fator, conservando iguais todas as outras coisas.” (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 207).

Esse método, no entanto, está disponível para o adolescente que, “em vez de limitar-se a multiplicar as classes pelas associações sucessivas, o método do estágio III (operatório formal) consiste inicialmente em repartir as 4 classes $A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$ segundo suas combinações n por n.” (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 208). O adolescente obtém assim o seguinte quadro com as 16 combinações possíveis:

QUADRO 26 – AS 16 COMBINAÇÕES POSSÍVEIS DAS 4 CLASSES

1	0	9	$A_1 A'_2 + A'_1 A_2$
2	$A_1 A_2$	10	$A_1 A'_2 + A'_1 A'_2$
3	$A_1 A'_2$	11	$A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$
4	$A'_1 A_2$	12	$A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2$
5	$A'_1 A'_2$	13	$A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A'_2$
6	$A_1 A_2 + A_1 A'_2$	14	$A_1 A_2 + A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$
7	$A_1 A_2 + A'_1 A_2$	15	$A_1 A'_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2$
8	$A_1 A_2 + A'_1 A'_2$	16	$A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$

FONTE: INHELDER e PIAGET (1955, p. 208).

Inhelder e Piaget descrevem assim o que falta para as estruturas concretas atingirem o pensamento formal:

(...) o que falta às estruturas concretas de agrupamento é a combinatória intrínseca à construção do “conjunto das partes”, ou, o que é a mesma coisa, é a utilização de operações proposicionais (implicação, etc.) ou isomórficas destas últimas, pois as operações interproposicionais repousam sobre a estrutura desse “conjunto das partes”. A diferença entre os agrupamentos elementares de classes e de relações (classificações, seriações e correspondências multiplicativas) e esta estrutura é que os primeiros constituem somente remi-reticulados, enquanto que o conjunto das partes forma um reticulado completo. Em segundo lugar, as operações com o “conjunto das partes” comportam uma inversa e uma recíproca: a segunda diferença essencial entre os agrupamentos concretos e o sistema de operações formais refere-se, então, à ausência de um grupo único que ligue as inversões e reciprocidades nos agrupamentos elementares, bem como a presença desse grupo logo que se constitui o “conjunto das partes”. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 207).

Inhelder e Piaget destacam que não é suficiente assinalar estas diferenças entre as operações concretas e formais, mas de compreender o que leva o sujeito, por volta de 11 ou 12 anos, a construir efetivamente os “conjuntos das partes”. Com o objetivo de identificar em que casos os sujeitos utilizavam ou não as operações proposicionais, Inhelder e Piaget afirmam que “é quase impossível, diante de um enunciado isolado qualquer, decidir entre essas duas possibilidades, e a questão não apresenta significação psicológica a não ser em função do conjunto dos raciocínios do sujeito ou de uma seqüência suficientemente sistemáticas de inferências.” Portanto, a linguagem dos sujeitos não traduz, senão de uma maneira muito aproximada, a

estrutura real de seus pensamentos. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 209-210).

Inhelder e Piaget (1955, p. 210) propõem que é mais adequado comparar todos os enunciados, e, sobretudo todas as ações de um mesmo sujeito. Assim, pode-se ver se o sujeito se limita a uma simples leitura dos resultados brutos da experiência para destes extrair apenas classificações, seriações ou correspondências, ou se tenta dissociar os fatores, o que implica, ao mesmo tempo, um raciocínio hipotético-dedutivo e uma combinatória.

Inhelder e Piaget destacam que a passagem das operações concretas para as operações formais não ocorre por um salto brusco, mas sim por múltiplas transições que o sujeito vai passar desde o nível da simples leitura dos fatos brutos, por meio de classificações, seriações e correspondências, para o nível da combinatória.

Ao indagar sobre por que o equilíbrio final das operações combinatórias é tão tardio, Inhelder e Piaget afirmam que:

(...) na medida em que as operações derivam umas das outras por coordenações progressivas, e em que as mais simples procedem da ação irreversível, compreendemos as razões pelas quais o equilíbrio das operações combinatórias é tão tardio: o sujeito deve, inicialmente, dessubjetivar suas ações para torná-las reversíveis, o que equivale a coordená-las em agrupamentos elementares ainda próximos da manipulação, e depois, como não consegue imediatamente dissociar inteiramente a forma e o conteúdo, é obrigado a reconstruir esses diversos agrupamentos nos domínios heterogêneos sucessivos que lhe impõe a experiência; é somente depois dessa estruturação progressiva dos diferentes conteúdos da experiência que um mecanismo formal geral começa a ser isolado por coordenação de conjunto. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 211).

Inhelder e Piaget destacam que enquanto as operações concretas procedem conteúdo por conteúdo, a realidade cedo ou tarde impõe uma mistura de conteúdos, forjando novos instrumentos operatórios. Dois métodos são então empregados pelo sujeito: no primeiro, o sujeito procura coordenar entre si os resultados das operações concretas, ou seja, eliminar as contradições aparentes; no segundo, o sujeito procura coordenar diretamente entre si as diversas operações características dos agrupamentos concretos. Inhelder e Piaget assinalam que esses dois métodos conduzem à descoberta da lógica formal das proposições, que consistem em: 1) Dissociar os conteúdos estruturados apenas pelas operações concretas, de maneira a coordenar os

resultados dessas operações, em função das diversas combinações possíveis; 2) Coordenar os diversos agrupamentos de classes e de relações num único sistema total. Esses dois processos, por mais diferentes que possam parecer entre si, na realidade se reduzem a um só, pois os dois repousam numa combinatória. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 212).

No nível das operações concretas o sujeito procura estruturar a realidade de maneira mais completa que lhe é acessível, mas se limita ao real sob sua forma bruta. A razão para isso é que as operações concretas (entre os 7 e 12 anos) têm por função estruturar o real, domínio por domínio, considerando esses conteúdos um após o outro, às vezes com intervalo de alguns anos entre eles, como no caso das decalagens.

(...) quanto mais o sujeito analisa concretamente (portanto por simples correspondências entre os conteúdos distintos) a realidade, mais esta lhe apresenta misturas de regularidades parciais e exceções, e que não podem ser interpretadas com segurança. Inicialmente, é natural que o sujeito despreze, seja as regularidades parciais, seja, principalmente, as exceções; mas, quando começa a levar a sério as exigências da experiência, encontra-se diante de uma situação sem saída do ponto de vista da simples descrição concreta dos fatos brutos. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 213).

Inhelder e Piaget destacam que, cedo ou tarde, se impõe uma nova atitude experimental, que se pronuncia em numerosos casos desde o nível concreto, mas não se generaliza antes do nível formal: é a tentativa de dissociar os fatores. Para compreender em que consiste essa tentativa de dissociar os fatores, deve-se analisar: sob que formas nasce essa tentativa; sob que formas se generaliza e porque se generaliza tardiamente; como conduz necessariamente a uma combinatória. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 213).

No nível concreto, já existem algumas formas de dissociação de fatores, pois, tratando de decidir se determinado fator desempenha um papel ou não no resultado dado, o sujeito desse nível já é capaz de alguns processos, alguns por observação pura, outros por experimentação. Inhelder e Piaget informam que nesses dois casos (observação ou experimentação), a dissociação dos fatores, característica do nível concreto, é uma dissociação por *negação*, ou seja, o fator cujo papel é discutido às vezes está presente, às vezes ausente (observação) ou então é introduzido ou afastado

(experimentação). Portanto, tem-se aí exclusivamente transformações por inversão ou negação, e não reciprocidades; assim, tem-se a primeira e não as duas formas de reversibilidade.

Uma segunda diferença entre as dissociações elementares do nível das operações concretas e a dissociação do nível das operações formais é que, no caso de dois ou vários fatores, x , y , etc., o sujeito não introduz e nem elimina o fator x a não ser para ver se desempenha sozinho um papel ativo, e não para estudar as variações de y . Os sujeitos do nível formal, ao contrário, afastarão um fator x , e não somente para controlar sua influência, mas também para analisar a de y , sem perturbação por parte de x . (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 213-214).

As duas descobertas características do início do nível formal são que o sujeito pode dissociar fatores por neutralização, assim como por exclusão, e que é necessário afastar um fator, não somente para analisar sua ação, mas ainda para mostrar a de outros fatores presentes. No dizer de Inhelder e Piaget:

É então que aparece a conduta característica do nível III [formal], que consiste em, diante de associações x , y , afastar y para estudar x sem interferências perturbadoras, e reciprocamente. Portanto, a necessidade de excluir um fator para fazer variar um outro nasce de uma inversão de sentido na construção de correspondências, tendendo a abstrair ou a dissociar, em vez de multiplicar ou associar, e isso diante da excessiva complexidade e das contradições que caracterizam a experiência bruta. Diante disso, alguns fatores podem ser afastados por inversão ou negação, mas isso não ocorre com todos. A segunda novidade característica do estágio III consiste em generalizar esta exclusão dos fatores perturbadores no caso em que tais fatores não comportam negação: neste caso o que é negado não é mais um dos termos (propriedade ou acontecimento), mas a diferença entre eles. Em outras palavras, o fator que deve ser excluído é simplesmente neutralizado por igualização dos termos existentes, o que constitui uma *reciprocidade*, e não mais uma inversão. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 214-215).

Inhelder e Piaget afirmam que a dissociação de fatores, característica do nível formal, introduz uma reversibilidade por reciprocidade, ao mesmo tempo que por inversão, ao utilizar, de maneira paralela, as duas formas de reversibilidade, e ao torná-las funcionalmente equivalentes.

Inhelder e Piaget destacam que ainda é necessário mostrar como estas duas novidades trazem consigo, necessariamente, a constituição de uma combinatória. Logo

que o sujeito ingressa no caminho de uma dissociação de fatores, ele se encontra diante de novas possibilidades. Em uma situação experimental realizada, o sujeito deveria descobrir se a flexibilidade de uma haste de metal depende do material que é feita, de seu comprimento, de sua grossura ou de sua forma de corte. Inhelder e Piaget, ao analisar os resultados, apontam que:

(...) de início [o sujeito] associa todos esses fatores entre si por comparação 2 por 2, 3 por 3, etc.; mas isso não ultrapassa as operações multiplicativas do nível concreto (tabelas com 2, 3, ...entradas) e verificamos que essas associações ou correspondências multiplicativas continuam insuficientes para solução dos problemas, ainda que seja necessário começar pelo seu estabelecimento. Apenas depois, quando essas associações de base já foram construídas, é que entre as combinações possíveis devem ser escolhidas as combinações que permitem uma comprovação. Portanto, é aqui que aparece necessariamente a combinatória. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 215).

Inhelder e Piaget afirmam que se pode pensar que desses fatores associados cada um atue separadamente, enquanto os outros são conservados invariáveis, e a combinação comprobatória é aquela que faz variar apenas um fator. No entanto, também é possível pensar que dois ou três deles devam intervir simultaneamente para provocar o efeito observado. Também pode ocorrer que haja intervenção de um ou outro, mas cada um com exclusão do outro, ou um em sentido inverso ao do outro.

Portanto, é evidente que a dissociação dos fatores chega, segundo o caso, a um certo número de possibilidades distintas que se traduzem por implicações, equivalências, disjunções, conjunções, exclusões, incompatibilidades, etc. (...). Numa palavra, a dissociação dos fatores chega necessariamente a combinar entre si, n por n , as associações de base, e, portanto, a substituir as simples operações de multiplicação ou de correspondência, que criaram essas associações de base, pela combinatória característica do “conjunto das partes”. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 215-216).

Inhelder e Piaget (1955, p. 216), após verificar que a dissociação dos fatores, que ocorre pela necessidade de coordenar entre si os resultados mais complexos das operações concretas de estabelecimento de relações e correspondências, leva necessariamente a uma combinatória, assinalam que é necessário mostrar como esta combinatória engendra o pensamento formal. Inhelder e Piaget destacam que é necessário saber de que forma a coordenação das operações concretas chega à

combinatória inerente à lógica das proposições e, portanto, ao pensamento formal.

Uma vez que o sujeito classifica, seria, iguala, coloca em correspondência, etc., os diversos aspectos da situação que condicionam a solução de um problema, para resolver o problema pode ser necessário reunir num único sistema as operações até então realizadas, e é a isso que conduz a necessidade de coordenar entre si seus resultados, quando são insuficientemente coerentes.

Ora, não há operações que permitam ligar diretamente os diversos agrupamentos de classes e relações num único sistema, sem sair de inclusões simples, aditivas ou multiplicativas, e, portanto, sem construir seu “conjunto das partes”, isto é, justamente essa combinatória cuja formação no pensamento espontâneo dos sujeitos precisamos agora compreender. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 216).

Inhelder e Piaget informam que, seja para as classes ou para as relações (mas não para as duas coisas ao mesmo tempo), há um agrupamento mais geral que os outros, no sentido que os contém ou em que tais agrupamentos dele derivam por especificações sucessivas. O agrupamento concreto mais geral é o agrupamento multiplicativo (de classes ou relações) que consiste de tabelas de dupla entrada (ou tripla, etc.). Nesta forma de agrupar os dados, para dois acontecimentos ou propriedades (x e y), o sujeito constrói associações elementares $xy + x\bar{y} + \bar{x}y + \bar{x}\bar{y}$. Assim, novos problemas se apresentam para o sujeito, que precisa decidir quais, entre essas associações são verdadeiras, e qual é a significação que deve ser atribuída a esses subconjuntos.

É muito interessante verificar que a escolha ou essa verificação dos subconjuntos de associações verdadeiras, entre as possibilidades $xy + x\bar{y} + \bar{x}y + \bar{x}\bar{y}$, se devem a simples operações de classificação, mas aplicadas às associações (xy , etc.) e generalizadas a todos os casos possíveis: o sujeito reúne assim os casos xy aos casos $x\bar{y}$, ou o caso xy ao caso $\bar{x}\bar{y}$, etc., como se se tratasse de uma reunião de objetos qualificados por suas propriedades comuns, quando, na realidade, se trata de reunir as associações, isto é, as situações nas quais duas propriedades se apresentam juntas (ou uma sem a outra, etc.) ou ainda, onde dois acontecimentos se produzem ao mesmo tempo (ou um sem o outro, etc.). Em outros termos, o sujeito, partindo do conjunto multiplicativo $xy + x\bar{y} + \bar{x}y + \bar{x}\bar{y}$, constrói seu “conjunto de partes” através de uma nova classificação: portanto, aplica o mais simples dos agrupamentos (a classificação) ao mais geral (a tabela das multiplicações lógicas), chegando assim a uma espécie de agrupamento de segunda potência que coordenará todos os agrupamentos num sistema superior, uma vez que não pode ligá-los diretamente entre si. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 216-217).

Inhelder e Piaget assinalam que esse agrupamento de segunda potência, por aplicação da classificação generalizada às associações multiplicativas, não é mais do que uma combinatória n por n , e podem-se extrair as seguintes consequências quanto à elaboração do pensamento formal:

Em primeiro lugar, essa classificação generalizada das associações xy , etc. chega a um novo modo de composição. Inhelder e Piaget (1955, p. 217) destacam que as classificações anteriormente utilizadas pelo sujeito eram essencialmente formas de inclusão simples (por exemplo, rouxinol < pássaro < animal < ser vivo), de acordo com o mais elementar dos agrupamentos: $A + A' = B$; $B + B' = C$; etc., ou ainda, as classificações segundo dois critérios possíveis (os genebrinos mais os outros suíços = os valdenses mais os outros suíços), ou seja, $A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2$, etc. (vicariância). Quando se trata de uns nos outros os subconjuntos de associações num agrupamento multiplicativo, levando em consideração as diferentes possibilidades, o modo de composição será muito diverso e chegará a uma combinação n por n por generalização da vicariância.

Por exemplo, dado os elementos x e y , as quatro associações possíveis podem ser representadas pelos números de 1 a 4:

$$1 = xy; 2 = x\bar{y}; 3 = \bar{x}y \text{ e } 4 = \bar{x}\bar{y}$$

As classes resultantes das inclusões possíveis serão 16 (veja o quadro 26):

(0)

(1); (2); (3); (4)

(1 + 2); (1 + 3); (1 + 4); (2 + 3); (2 + 4); (3 + 4)

(1 + 2 + 3); (1 + 2 + 4); (1 + 3 + 4); (2 + 3 + 4)

(1 + 2 + 3 + 4)

Essas classes, cuja construção se efetua pouco a pouco na mente do sujeito, seja pela verificação das situações reais, seja pela dedução das combinações possíveis, apresentam uma estrutura nova se comparada à dos agrupamentos das operações concretas. Em outras palavras:

(...) o sistema novo que se constitui assim não é mais uma classificação simples (nem mesmo uma vicariância entre classes das mesmas séries): é uma classificação generalizada ou conjunto de todas as classificações possíveis compatíveis com as associações de base que são dadas. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 218).

Assim, a negação de uma combinação qualquer (por exemplo, da conjunção xy , associação 1) não precisa mais ser construída por aproximações sucessivas por classes complementares sob as classes mais amplas e mais próximas, como ocorre nos agrupamentos concretos (se A é a classe dos pardais e B a dos pássaros, a complementar escolhida pelo sujeito para A não é a negação absoluta \bar{A} , isto é, o conjunto das realidades que não são os pardais, mas A' , isto é, os pássaros que não são os pardais; e se C é a classe dos animais, B' será a dos animais que não são pássaros, etc.): a negação de uma combinação será o conjunto das outras, isto é, sua complementar dentro do todo: a conjunção $x \cdot y$ (associação 1) terá como negação $x\bar{y} + \bar{x}y + \bar{x}\bar{y}$ (associação 2 + 3 + 4), ou seja, a incompatibilidade (x/y). (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 218).

Dessa forma, o sistema assim construído comporta ao mesmo tempo as inversões (ou seja, as negações apresentadas no item anterior) e as reciprocidades ($x \supset y$ e $y \supset x$, etc.), e essas inversões e reciprocidades constituem um grupo de quatro transformações, sendo que o sujeito não toma consciência desse grupo sob sua forma

mais geral, mas que apresenta repercussões no pensamento do sujeito. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 218).

Ao invés de lidar diretamente com os objetos, suas classes ou suas relações, a composição combinatória refere-se a reuniões mais complexas e suas transformações. Trata-se, por exemplo, de saber se duas características x e y se excluem (donde $x\bar{y} + \bar{x}y$) ou são simplesmente disjuntivas, mas podem se apresentar juntas (donde $xy + x\bar{y} + \bar{x}y$).

Nesse caso, o raciocínio do sujeito não se refere somente ao real, mas também ao real em função do *possível*. Efetivamente, a reunião (+) não é mais aqui uma adição de casos reais, pois não se podem sempre realizar-se simultaneamente, mas uma reunião dos possíveis, e é por isso que a operação fundamental da lógica das proposições é indicada por v no sentido de “ou”; $x v y$ significa assim (e é a significação que a reunião das associações possíveis adquire no espírito do sujeito), “ou xy é verdadeiro, ou $x\bar{y}$, ou $\bar{x}y$, ou dois desses casos em três, ou todos os três, o que significa que a expressão $x v y$ é uma de 7 possibilidades. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 218-219).

Finalmente, a composição combinatória refere-se a proposições. Desde as operações concretas (e mesmo desde o nível pré-operatório), o raciocínio baseia-se nas proposições, com ou sem a presença perceptiva dos objetos descritos. Mas a operação concreta consiste em decompor e recompor o conteúdo dessas proposições, ou seja, as classes e relações em jogo na matéria concreta da proposição: assim, uma proposição ainda não é, no período concreto, ligada a uma outra enquanto proposição, mas unicamente graças a seu conteúdo lógico que consiste de estruturas de classes e relações em correspondência com os objetos.

(...) logo que ingressa no caminho de uma coordenação dos agrupamentos concretos num sistema único (na segunda potência), o pensamento se torna formal porque se refere às combinações possíveis e não mais aos objetos em si. Por mais tateantes e incompletas que sejam, a esse respeito, as primeiras tentativas do pensamento no início do estágio III [formal], o pensamento se orienta para uma nova forma de equilíbrio, caracterizado por uma nova estrutura de conjunto que deriva ao mesmo tempo do reticulado e do grupo das inversões e reciprocidades. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 219).


Depois de descrever a passagem das operações concretas às formais ou proposicionais, Piaget (1949, p. 208-222) apresenta as 16 operações binárias da lógica das proposições, que o sujeito do período formal faz uso.

4.4.3 O sistema das 16 operações binárias

Seja uma proposição p , que pode ser verdadeira (valor 1), ou falsa (valor 0). Diz-se que p toma seu valor do conjunto $\{1,0\}$. Considerando todas as aplicações, obtém-se o quadro seguinte:

QUADRO 27 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 1

p	1	2	3	4
1	1	0	0	1
0	1	0	1	0



FONTE: PIAGET (1949, p. 208).

Cada uma dessas quatro aplicações pode ser considerada como uma operação que se refere a p , e pode-se observar que é possível considerar a terceira aplicação como representando a *negação* de p , que será assinalada por \bar{p} .

Considerando agora duas proposições p e q , independentes uma da outra. Cada uma pode tomar o valor de 1 ou 0. Isto significa que o par ordenado (p, q) vai tomar seus valores do conjunto produzido $\{1, 0\} \times \{1, 0\} = \{(1, 1), (1, 0), (0, 1), (0, 0)\}$. Escreve-se então 16 aplicações como no quadro seguinte²⁷.

²⁷ Pode-se observar que as 16 aplicações foram escritas de tal modo que cada coluna par seja a “negação” da coluna ímpar que a antecede.

QUADRO 28 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 2

(p, q)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(1, 1)	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
(1, 0)	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
(0, 1)	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
(0, 0)	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1

FONTE: PIAGET (1949, p. 209).

$p \vee q$

pq

Piaget afirma que cada uma das 16 aplicações permite definir uma operação que se pode interpretar como uma operação de uso corrente. Assim, a coluna 6 pode ser interpretada como a conjunção “ p e q ” que será assinalada pq (eventualmente $p \cdot q$), a coluna 3 como a disjunção não exclusiva “ p ou q ”, que será assinalada por $p \vee q$.

Piaget destaca que as 16 operações do quadro anterior podem ser escritas de outra forma. Seja g_i , qualquer uma das aplicações do quadro anterior. Ela pode ser escrita, segundo a lógica Boleana, da seguinte forma:

$$g_i(p, q) = g_i(1, 1) pq \vee g_i(1, 0) p\bar{q} \vee g_i(0, 1) \bar{p}q \vee g_i(0, 0) \bar{p}\bar{q}.$$

Seja, por exemplo, g_7 . Tem-se que:

$$g_7(1, 1) = g_7(0, 1) = g_7(0, 0) = 1 \text{ e } g_7(1, 0) = 0:$$

$$g_7(p, q) = g_7(1)pq \vee (0)p\bar{q} \vee (1)\bar{p}q \vee (1)\bar{p}\bar{q}.$$

Isto pode ser lido da seguinte forma:

$g_7(p, q) =$ (verdadeiro p e q) ou (falso p e \bar{q}) ou (verdadeiro \bar{p} e q) ou verdadeiro p e \bar{q}).

Se se convercionar não escrever os parêntesis que começam por “falso” e suprimir a indicação “verdadeiro”, tem-se:

$$g_7(p, q) = pq \vee p\bar{q} \bar{p}q \vee \bar{p}\bar{q}$$

O que nada mais é do que a *forma normal disjuntiva completa* da operação número 7.

É então possível reescrever o quadro anterior, substituindo em cada coluna os 1 pela conjunção correspondente e escrevendo um traço no lugar dos 0, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 29 – O SISTEMA DAS 16 OPERAÇÕES BINÁRIAS 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pq	–	pq	–	–	pq	pq	–	pq	–	pq	–	pq	–	pq	–
$p\bar{q}$	–	$p\bar{q}$	–	$p\bar{q}$	–	–	$p\bar{q}$	$p\bar{q}$	–	–	$p\bar{q}$	$p\bar{q}$	–	–	$p\bar{q}$
$\bar{p}q$	–	$\bar{p}q$	–	$\bar{p}q$	–	$\bar{p}q$	–	–	$\bar{p}q$	–	$\bar{p}q$	–	$\bar{p}q$	$\bar{p}q$	–
$\bar{p}\bar{q}$	–	–	$\bar{p}\bar{q}$	$\bar{p}\bar{q}$	–	$\bar{p}\bar{q}$	–	$\bar{p}\bar{q}$	–	$\bar{p}\bar{q}$	–	–	$\bar{p}\bar{q}$	–	$\bar{p}\bar{q}$

FONTE: PIAGET (1949, p. 210).

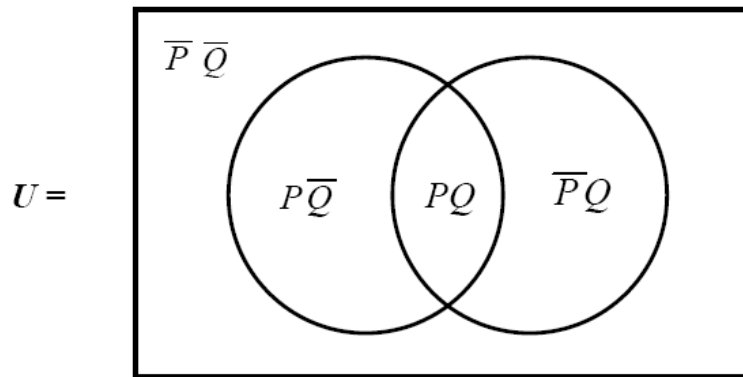
Piaget (1949, p. 211) afirma que existe uma correspondência biunívoca e recíproca entre cada combinação determinada de proposições e uma forma igualmente determinada de encaixe ou de não-encaixe das classes que correspondem às proposições p e q . Seja, por exemplo, uma função proposicional ax . É possível associar a ela uma classe, a dos objetos que a satisfazem, portanto $\{x \mid ax\}$. Se $x_i \in \{x \mid ax\}$, então ax_i é uma proposição verdadeira. Do mesmo modo, é possível definir a classe $\{x \mid \bar{a}x\}$ tal que se $x_j \in \{x \mid \bar{a}x\}$, a proposição ax_j seja falsa. Chamemos de P a primeira dessas classes e de \bar{P} a segunda. Sua união define o universo do discurso: $U = P \cup \bar{P}$. Consideremos então uma outra função proposicional bx e façamos-lhe corresponder as duas classes Q e \bar{Q} . Como $Q \cup \bar{Q} = U$, ter-se-á:

$$U = (P \cup \bar{P}) \cap (Q \cup \bar{Q}) = PQ \cup P\bar{Q} \cup \bar{P}Q \cup \bar{P}\bar{Q}.$$

Só resta estabelecer a correspondência $p \leftrightarrow P$, $\bar{p} \leftrightarrow \bar{P}$, $q \leftrightarrow Q$, $\bar{q} \leftrightarrow \bar{Q}$ para que as 16 operações do quadro correspondam precisamente às 16 combinações determinadas pelos encaixes deste produto (PIAGET, 1949, p. 211). A seguir, serão descritas as 16 operações binárias da lógica das proposições.

1. A afirmação completa (ou tautologia): $(p * q)$. Corresponde à coluna 1 do quadro anterior, onde se tem a afirmação simultânea dos quatro pares possíveis $(pq; p\bar{q}; \bar{p}q; \bar{p}\bar{q})$.

FIGURA 36 - A AFIRMAÇÃO COMPLETA²⁸

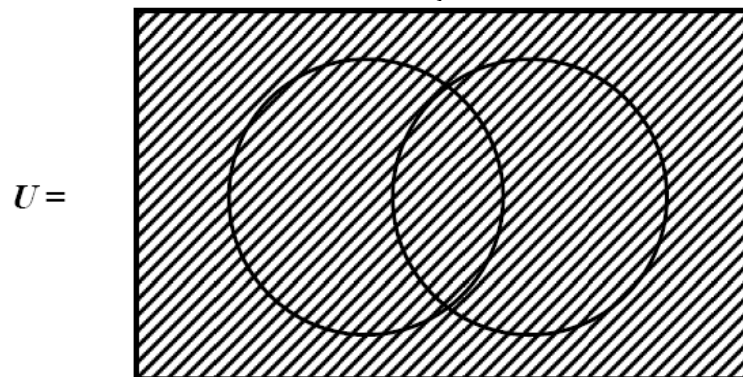


FONTE: PIAGET (1949, p. 213).

Exemplo: Se $p = "x_i \text{ é um vertebrado } (P)"$ e se $q = "x_i \text{ é provido de pulmões } (Q)"$, então as quatro combinações seguintes podem ser verdadeiras: $p \cdot q$ (= " x_i é um vertebrado com pulmão"); $p \cdot \bar{q}$ (= " x_i é um vertebrado sem pulmão"); $\bar{p} \cdot q$ (= " x_i não é um vertebrado, mas tem pulmão"); e $\bar{p} \cdot \bar{q}$ (= " x_i não é um vertebrado e não tem pulmão").

2. A negação completa: (0). A operação complementar da afirmação completa, ou seja, a que a nega, é a negação completa, de tal modo que cada uma das quatro combinações $p \cdot q$; $p \cdot \bar{q}$; $\bar{p} \cdot q$; $\bar{p} \cdot \bar{q}$ seja falsa. A negação completa equivale, portanto, a um arranjo total quadruplamente vazio.

FIGURA 37 - A NEGAÇÃO COMPLETA



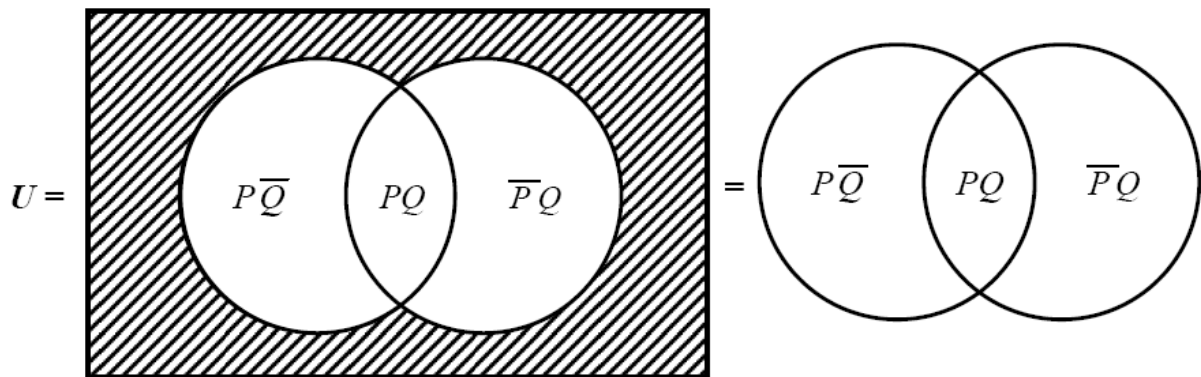
FONTE: PIAGET (1949, p. 214).

²⁸ Nesta figura, e em todas as seguintes até a figura 51, o círculo à esquerda representa a classe P e o círculo à direita a classe Q

3. A disjunção não exclusiva ou trilema: $(p \vee q)$. Supondo-se que sejam verdadeiras as associações $p \cdot q$; $p \cdot \bar{q}$; $\bar{p} \cdot q$, mas que $\bar{p} \cdot \bar{q}$ seja falsa. O arranjo assim constituído entre p e q exprimirá então uma alternativa, mas com três ramos, portanto um trilema: ou p é verdadeira, ou q é verdadeira ou ambas são verdadeiras, mas fica excluído que um destes três casos seja falso.

Exemplo: Se P = os vertebrados com pulmão e Q = os vertebrados com brânquias, há vertebrados com pulmão e sem brânquias ($P\bar{Q}$), vertebrados com brânquias sem pulmões ($\bar{P}Q$), e vertebrados incluídos nas duas classes simultaneamente (PQ), mas não há vertebrados sem brânquias nem pulmões.

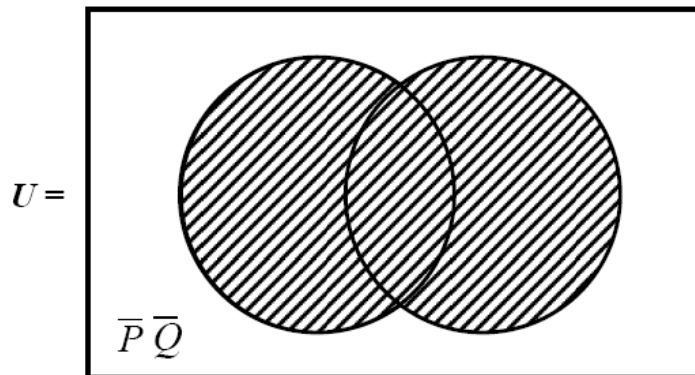
FIGURA 38 - A DISJUNÇÃO NÃO EXCLUSIVA



FONTE: PIAGET (1949, p. 215).

4. A negação conjunta: $(\bar{p} \cdot \bar{q})$. A operação complementar do trilema (portanto sua negação) é constituída pela afirmação de $\bar{p} \cdot \bar{q}$, já que esta associação é excluída da operação 3. A afirmação de $\bar{p} \cdot \bar{q}$ (com exclusão das três outras possibilidades) traduz-se por “nem p nem q ”. Exemplo: Se P = os invertebrados pluricelulares e Q = os vertebrados, o produto $\bar{P}\bar{Q}$ será constituído pelos protozoários que não são “nem P nem Q ”.

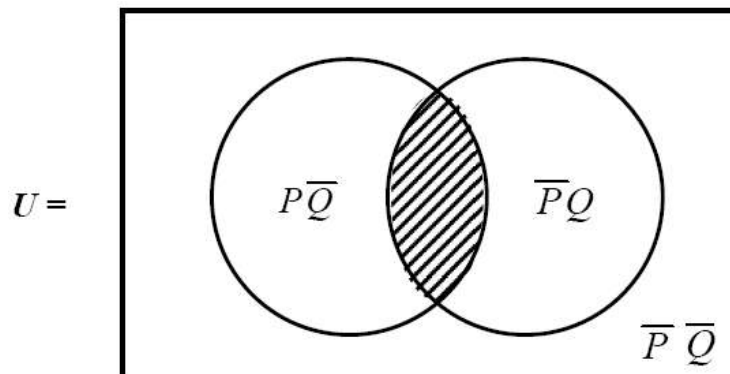
FIGURA 39 - A NEGAÇÃO CONJUNTA



FONTE: PIAGET (1949, p. 216).

5. A incompatibilidade: $(p \mid q)$. Admitindo-se que a primeira associação $(p \cdot q)$ falte, isto significa afirmar que p é incompatível com q , já que a presença de uma destas duas proposições só é compatível com a ausência da outra. Exemplo: Se $p = "x_i \text{ é vertebrado } (P)"$ e se $q = "x_i \text{ é inseto } (Q)"$, a classe PQ permanece vazia, enquanto os P são todos $P\bar{Q}$, os Q todos $\bar{P}Q$ e existem alguns $\bar{P}\bar{Q}$. Se os $\bar{P}\bar{Q}$ não existissem, ou seja, se todos os animais U fossem vertebrados ou insetos, não haveria apenas incompatibilidade, mas "exclusão recíproca" (ver operação 12).

FIGURA 40 - A INCOMPATIBILIDADE

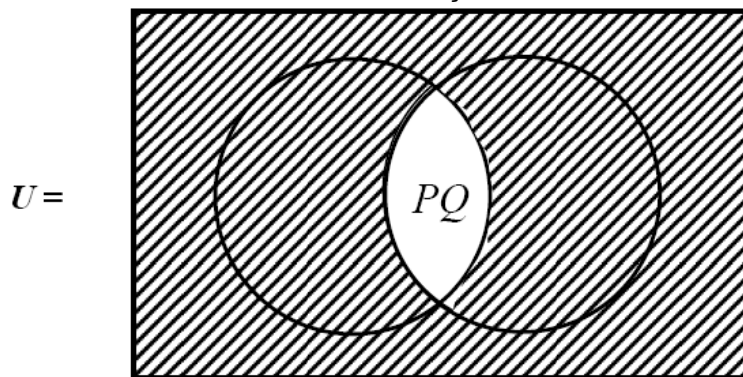


FONTE: PIAGET (1949, p. 216).

6. A conjunção: $(p \cdot q)$. A negação da incompatibilidade (operação complementar) será a afirmação de $(p \cdot q)$. A conjunção $(p \cdot q)$ é, por definição, a afirmação simultânea de duas proposições: " p e q ao mesmo tempo".

Exemplo: Se $p = "x_i \text{ é um animal aquático } (P)"$ e $q = "x_i \text{ é um mamífero } (Q)"$, a conjunção $(p \cdot q)$ será verdadeira para os cetáceos e corresponderá apenas à classe PQ .

FIGURA 41 - A CONJUNÇÃO

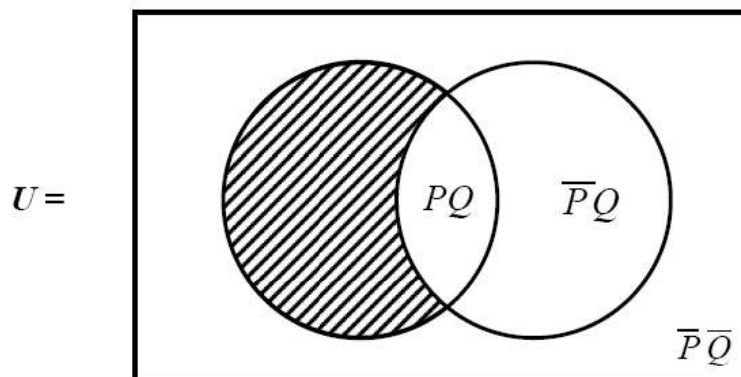


FONTE: PIAGET (1949, p. 217).

7. A condicional: $(p \supset q)$. Se as conjunções (pq) , $(\bar{p}q)$ e $(\bar{p}\bar{q})$ são verdadeiras, enquanto $p\bar{q}$ é falsa, tem-se a proposição “se p então q ”.

Exemplo: Se $p = x_i \text{ é mamífero } (P)$ e $q = x_i \text{ é vertebrado } (Q)$, tem-se, então, apenas três casos verdadeiros: PQ (os mamíferos que são todos vertebrados), $\bar{P}\bar{Q}$ (os vertebrados outros que os mamíferos) e $\bar{P}Q$ (os não-mamíferos não-vertebrados). Mas a classe $P\bar{Q}$ é vazia, porque não há mamíferos não-vertebrados.

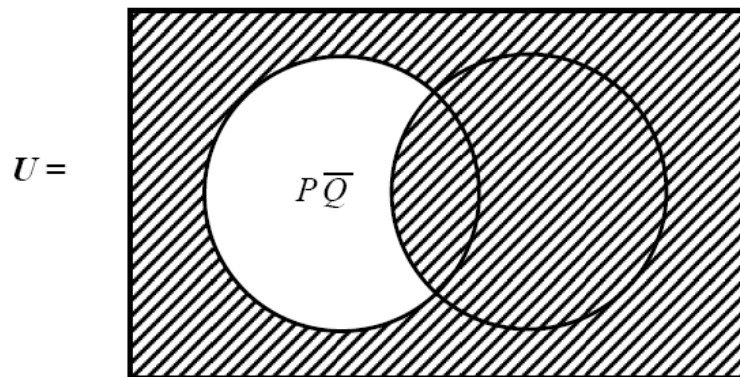
FIGURA 42 - A CONDICIONAL



FONTE: PIAGET (1949, p. 217).

8. A não-condicional: $(p \cdot \bar{q})$ ou $(\overline{p \supset q})$. A negação da condicional é a operação $p \cdot \bar{q}$ complementar de $p \supset q$, já que esta conjunção $p \cdot \bar{q}$ é a única excluída pela condicional.

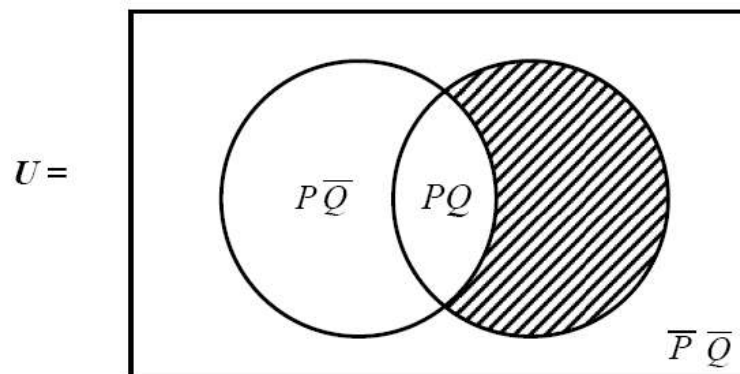
FIGURA 43 - A NÃO-CONDICIONAL



FONTE: PIAGET (1949, p. 218).

9. A condicional inversa: $(p \subset q)$ ou $(q \supset p)$. A condicional é uma operação não comutativa e $p \supset q$ não equivale, portanto, a $q \supset p$. Piaget chama de “condicional inversa” a operação $q \supset p$. Piaget chama a atenção para o fato de se tratar de uma inversão no sentido da reciprocidade, e não da complementaridade simples ou negação.

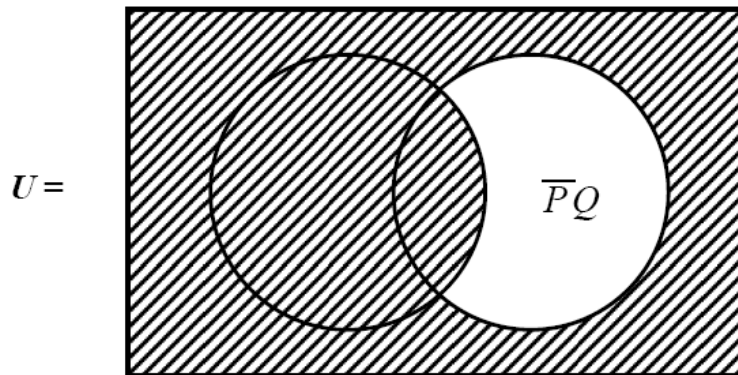
FIGURA 44 - A CONDICIONAL INVERSA



FONTE: PIAGET (1949, p. 218).

10. A não-condicional inversa: $(\bar{q} \supset \bar{p})$ ou $(\bar{p} \cdot q)$. É a operação complementar da operação 9 (sua negação). Esta operação constitui a recíproca da operação 8, a conjunção $\bar{p} \cdot q$ correspondendo à classe $\bar{P}Q$.

FIGURA 45 - A NÃO-CONDICIONAL INVERSA

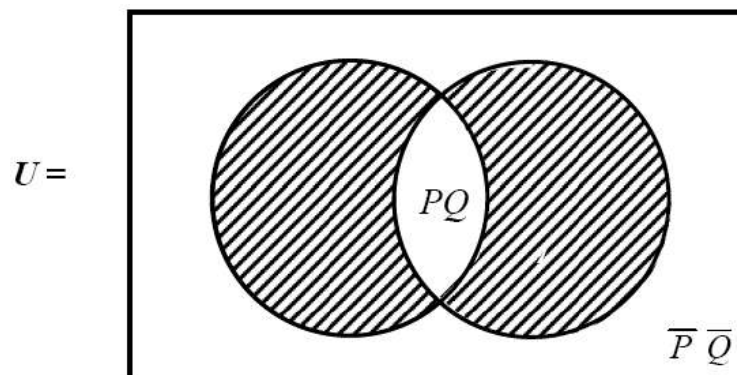


FONTE: PIAGET (1949, p. 218).

11. A bicondicional: $(p \equiv q)$. Supondo que sejam verdadeiras apenas as conjunções $p \cdot q$ e $\bar{p} \cdot \bar{q}$, enquanto $p \cdot \bar{q}$ e $\bar{p} \cdot q$ permanecem falsas. Isto significa que p e q são verdadeiras juntas e falsas juntas.

Exemplo: P = os protozoários e Q = invertebrados não pluricelulares. Onde, se $p = x_i \in P$ e $q = x_i \in Q$, a equivalência $(p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$, porque as classes $P\bar{Q}$ e $\bar{P}Q$ são vazias.

FIGURA 46 - A BICONDICIONAL

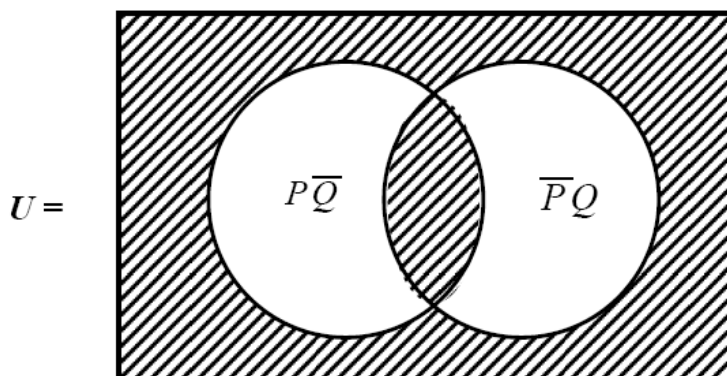


FONTE: PIAGET (1949, p. 219).

12. A disjunção exclusiva ou exclusão recíproca: $(p \vee q)$. A negação da bicondicional (ou seja, sua complementar) é a operação que afirma a verdade de $p \cdot \bar{q}$ e $\bar{p} \cdot q$ e negará a de $p \cdot q$ e $\bar{p} \cdot \bar{q}$. Afirmar $p \cdot \bar{q}$ e $\bar{p} \cdot q$ apenas, é exprimir a exclusão recíproca de p e de q : ou p é verdadeira e q é falsa, ou reciprocamente. A exclusão recíproca é, portanto, um dilema, por oposição ao trilema (ver operação 3).

Exemplo: Se P = os vertebrados e Q = os invertebrados, a classe total U sendo a dos animais, tem-se $P\bar{Q}$ e $\bar{P}Q$, mas nem PQ nem $\bar{P}\bar{Q}$.

FIGURA 47 - A EXCLUSÃO RECÍPROCA

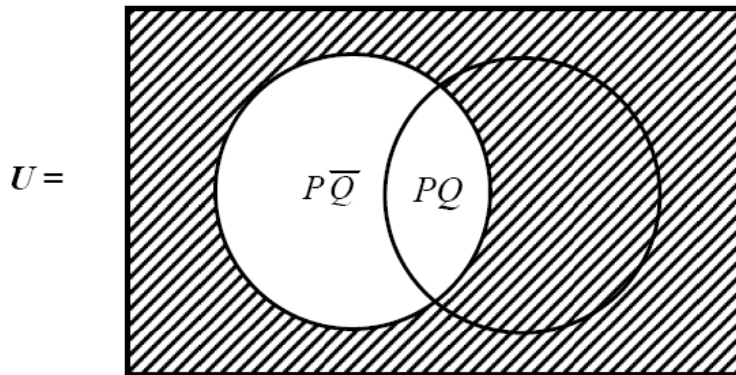


FONTE: PIAGET (1949, p. 220).

13. A afirmação de p : símbolo $p[q]$. Admitindo-se que as conjunções $(p \cdot q)$ e $(p \cdot \bar{q})$ sejam as únicas verdadeiras, há, neste caso, simples afirmação de p conjuntamente com q , ou \bar{q} .

Exemplo: Seja uma classe P tal que \bar{P} seja nula: por exemplo, P = os animais que respiram (não há outros); e seja Q = os animais com pulmões. Tem-se então $PQ \cup P\bar{Q}$, mas nem $\bar{P}Q$ nem $\bar{P}\bar{Q}$ (se a classe total é U = os animais).

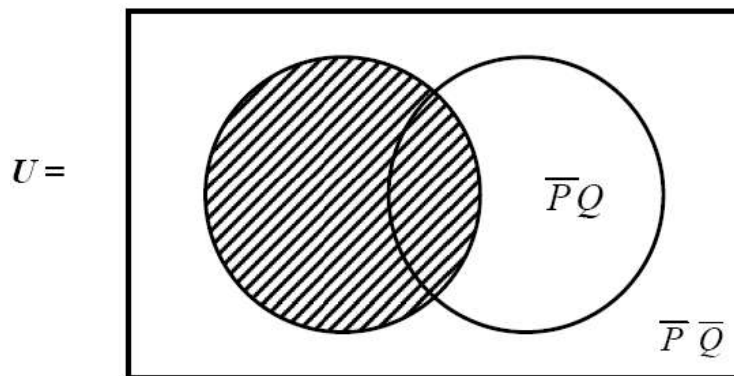
FIGURA 48 - A AFIRMAÇÃO DE p



FONTE: PIAGET (1949, p. 220).

14. A negação de p : símbolo $\bar{p}[q]$. Inversamente, se $(\bar{p} \cdot q)$ e $(\bar{p} \cdot \bar{q})$ são somente verdadeiras, por oposição a $(p \cdot q)$ e $(p \cdot \bar{q})$, a operação equivale a negar p , embora afirmando q ou \bar{q} .

FIGURA 49 - A NEGAÇÃO DE p

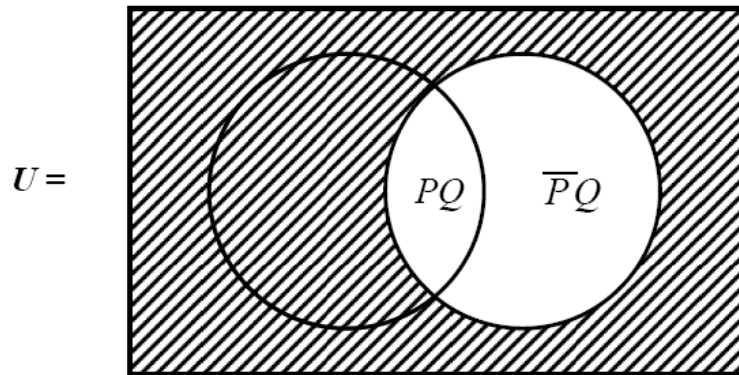


FONTE: PIAGET (1949, p. 221).

Exemplo: P = os imortais, Q = os vertebrados e \bar{Q} = os invertebrados, a classe total U sendo os animais. Somente as classes $\bar{P}Q$ e $\bar{P}\bar{Q}$ serão então não vazias.

15. A afirmação de q : símbolo $q[p]$. Se $(p \cdot q)$ e $(\bar{p} \cdot q)$ são as únicas verdadeiras, com exclusão de $(p \cdot \bar{q})$ e de $(\bar{p} \cdot \bar{q})$, há a afirmação q conjuntamente com p , ou \bar{p} . É uma operação simétrica a de número 13.

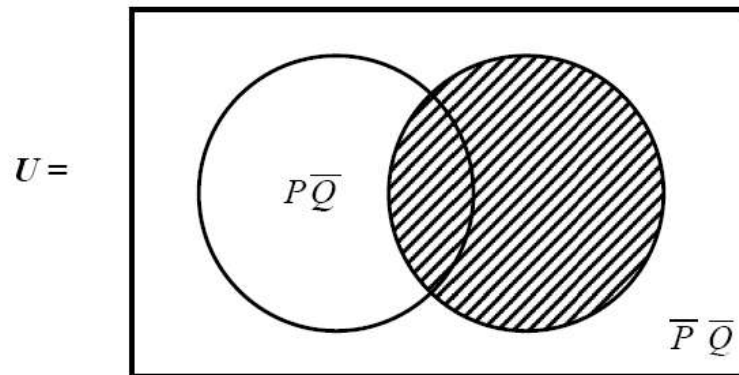
FIGURA 50 - A AFIRMAÇÃO DE q



FONTE: PIAGET (1949, p. 221).

16. A negação de q : símbolo $\bar{q}[p]$. Enfim, se $(p \cdot \bar{q})$ e $(\bar{p} \cdot \bar{q})$ são verdadeiras, com exclusão de $(p \cdot q)$ e de $(\bar{p} \cdot q)$, há a negação de q .

FIGURA 51 - A NEGAÇÃO DE q



FONTE: PIAGET (1949, p. 222).

4.4.4 Os esquemas operatórios formais

Desde o seu aparecimento, o pensamento formal assinala sua presença não somente pelo emprego constante das 16 operações proposicionais binárias e algumas combinações ternárias ou superiores que delas derivam, mas ainda pela estruturação esporádica de certo número de noções e de esquemas, inacessíveis ao nível concreto porque sua organização supõe as operações precedentes. Esses esquemas

operatórios consistem de noções ou de operações especiais (matemáticas e não exclusivamente lógicas), cuja necessidade o sujeito pode sentir para a solução de alguns problemas e que chegará às vezes a desenvolver espontaneamente (ou simplesmente a compreender, isto é, a reestruturar, no caso do ensino escolar que se refere a essas noções), embora até então fosse incapaz delas. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 230).

Entre as noções ou operações que o sujeito constrói, aparentemente da mesma forma, deduzindo-as ou inventando-as durante a pesquisa e depois de combinações experimentais, há algumas que voltam nas mais diversas situações e diante dos mais variados problemas, e que, através da análise, apresentam algumas características um pouco diferentes.

Entre elas pode-se destacar a noção de proporção, que não tem qualquer relação com o conteúdo, a de equilíbrio entre ação e reação, a da probabilidade combinatória, ou ainda as operações matemáticas de combinações, etc. Essas noções apresentam as seguintes características: são mais gerais que as anteriores e constituem esquemas operatórios suscetíveis de aplicações variadas; do ponto de vista de sua formação psicológica, são, antes, deduzidas ou abstraídas a partir das estruturas operatórias do sujeito do que descobertas nos objetos; quase todas apresentam semelhança com as estruturas de reticulado e de grupo e, várias delas, com o grupo das inversões e das reciprocidades (INRC). (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 231). A seguir será feita uma descrição dos oito esquemas operatórios com estrutura formal.

QUADRO 30 – OS ESQUEMAS OPERATÓRIOS FORMAIS

Esquemas Operatórios Formais	
I	As operações combinatórias.
II	As proporções.
III	A coordenação de dois sistemas de referência e a relatividade dos movimentos e das velocidades.
IV	A noção de equilíbrio mecânico.
V	A noção de probabilidade.
VI	A noção de correlação.
VII	As compensações multiplicativas.
VIII	As formas de compensação que ultrapassam a experiência.

FONTE: Adaptado de INHELDER e PIAGET (1955, p. 231, 245).

I. As operações combinatórias: O “conjunto das partes” que se pode obter de um conjunto de 4 elementos $p \cdot q, p \cdot \bar{q}, \bar{p} \cdot q$ e $\bar{p} \cdot \bar{q}$, considerados 1 a 1, 2 a 2, 3 a 3, todos os 4 elementos ou 0, constitui um sistema de combinações $2^2 = 16$, e é esta combinatória que permite criar as 16 operações binárias. As operações combinatórias constituem um esquema operatório muito geral a partir do início do período formal. Inhelder e Piaget destacam que um esquema é uma maneira de proceder ou um método, que é adotado espontaneamente na ausência de decisão consciente ou explícita, ou empregada intencionalmente em problemas cuja solução exige um quadro sistemático de combinações. Este esquema é de natureza formal e não concreta, pois se verifica que a diferença essencial entre agrupamentos concretos e a lógica do estágio formal refere-se, precisamente, à ausência ou à presença dessa característica. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 231, 234).

Inhelder e Piaget apontam que as operações combinatórias não participam do conjunto das operações proposicionais e não derivam delas. Constituem, ao contrário, a condição preliminar de sua estruturação, o que é muito diferente, e de outro lado são generalizáveis para novas situações, a partir do momento em que servem para essa estruturação. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 234).

II. As proporções: As proporções matemáticas consistem de relações duplas $x/y = x'/y'$. Se as operações combinatórias exprimem algumas leis de totalidade, características do reticulado formado pelo “conjunto das partes”, o esquema das proporções, ao contrário, representa a transição entre os esquemas derivados do reticulado e os que participam da estrutura de grupo e, principalmente, do grupo das inversões e reciprocidades (INRC). (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 234).

Um reticulado é um sistema semi-ordenado de inclusões (e, na lógica das proposições, de implicações), de tal forma que dois elementos quaisquer do sistema, x e y , tenham sempre um limite superior BS (= o maior elemento que inclui x e y) e um limite inferior BI (= o menor elemento que inclui x e y). Ora, em todo reticulado, existe uma relação $\frac{BI}{x} = \frac{y}{BS}$ que constitui uma proporcionalidade. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 158).

Inhelder e Piaget destacam que a aquisição do esquema operatório das proporções numéricas ou métricas supõe as antecipações qualitativas sob forma de compensação por equivalência e de proporções lógicas; estas participam da estrutura de conjunto de que derivam as operações proposicionais. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 237).

III. A coordenação de dois sistemas de referência e a relatividade dos movimentos e das velocidades: para descrever este esquema operatório, Inhelder e Piaget citam o experimento em que uma lesma é colocada numa prancha que pode ser movimentada na mesma direção dos movimentos da lesma, ou em sentido inverso. A dificuldade consiste em compreender que um movimento da esquerda para a direita, feito pela lesma, possa ser compensado por um deslocamento da direita para a esquerda, provocado na prancha quando a lesma fica no mesmo lugar (com relação ao sistema imóvel de referência) sem ter efetuado o deslocamento inverso. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 237).

A dificuldade neste problema reside na possibilidade de distinguir e compor dois tipos de transformações: 1) o cancelamento (por exemplo, quando a lesma vai de B para A , depois de ter ido de A para B); 2) a compensação (por exemplo, quando a lesma vai de A para B , enquanto a prancha é deslocada de B para A). Assim, o

problema é coordenar dois sistemas, cada um dos quais deve comportar uma operação direta e uma inversa, mas cada sistema está diante do outro numa relação de compensação ou de simetria. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 237).

Inhelder e Piaget destacam que essa coordenação é precisamente a que realiza o grupo *INRC*, pois *N* é o inverso de *I* e *C* o de *R*, enquanto que *R* apresenta, com relação a *I*, uma relação de simetria ou de compensação (reciprocidade).

Piaget assinala que o conjunto das quatro transformações *I*, *N*, *R* e *C* constitui um grupo comutativo, que pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 31 - GRUPO COMUTATIVO INRC 1

	I	N	R	C
I	I	N	R	C
N	N	I	C	R
R	R	C	I	N
C	C	R	N	I

FONTE: PIAGET (1949, p. 272).

Piaget diz que esta tabela permite garantir que: (1) a composição de dois elementos é ainda um elemento do conjunto; (2) a composição é associativa; (3) cada elemento tem um inverso (que é ele próprio); (4) existe um elemento neutro (que é *I*); (5) a composição é comutativa.

Assim, tem-se que:

N (Inversa) $(p \supset p) = p \cdot \bar{q}$ (não-implicação)

R (Recíproca) $(p \supset q) = q \supset p$ (implicação recíproca)

C (Correlativa) $(p \supset q) = \bar{p} \cdot q$ (não-implicação recíproca)

I (Idêntica) $(p \supset q) = p \supset q$ (implicação)

QUADRO 32 - GRUPO COMUTATIVO INRC 2

	I	N	R	C
I	$p \supset q$	$p \cdot \bar{q}$	$q \supset p$	$\bar{p} \cdot q$
N	$p \cdot \bar{q}$	$p \supset q$	$\bar{p} \cdot q$	$q \supset p$
R	$q \supset p$	$\bar{p} \cdot q$	$p \supset q$	$p \cdot \bar{q}$
C	$\bar{p} \cdot q$	$q \supset p$	$p \cdot \bar{q}$	$p \supset q$

FONTE: DOLLE (1987, p. 167).

Pode-se ler deste quadro que:

$$N \times R = NR = C; N \times C = NC = R; R \times C = CR = N; NRC = I$$

Inhelder e Piaget apontam que se denominar *I* o movimento de *A* a *B* realizado pela lesma, *N* será seu movimento de *B* a *A*; *R* será o movimento de *B* a *A* realizado pela prancha (portanto, $R = C$ de *N*) e *C* será o movimento de *A* a *B* realizado também por ela (portanto C de $I = N$ de *R*). (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 238).

IV. A noção de equilíbrio mecânico: a noção de equilíbrio supõe uma compensação entre as transformações virtuais de um sistema, constitui um exemplo típico das noções que estabelecem uma ligação entre o real e o possível, e, como tal, exige a constituição preliminar desse instrumento do pensamento adaptado especialmente aos possíveis, ou seja, do pensamento formal. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 238-239).

A noção de equilíbrio supõe, simultaneamente, a distinção entre a coordenação íntima de duas formas complementares da reversibilidade: a inversão e a reciprocidade. Num estado de equilíbrio, há inversão sempre que se modificam os elementos do sistema, por adição ou por supressão; portanto, quando se lida com transformações cuja forma de compensação é a operação nula. De outro lado, existe reciprocidade nos casos em que as transformações de sentidos contrários não se anulam (a operação nula significa a ausência de ações), mas se compensam segundo uma forma de compensação que é a equivalência: a igualdade entre a ação e a reação é a forma geral dessa compensação por reciprocidade. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 239).

Inhelder e Piaget destacam que a interdependências das transformações por inversão e por reciprocidade implica uma estrutura formal. É apenas no plano das

operações formais que essas duas formas de reversibilidades podem ser reunidas num sistema único. Ao contrário do que ocorre com agrupamentos elementares que dependem, seja da inversão (classes), seja da reciprocidade (relações), as operações proposicionais, conforme já foi dito, comportam uma inversa (*M*), uma recíproca (*R*), uma correlativa (*C*), isto é, a inversa da recíproca, e uma idêntica (*I*). (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 239).

Essas quatro transformações desse grupo que são utilizadas pelo sujeito para explicar o equilíbrio de um sistema mecânico, pois a compreensão desse sistema supõe que o sujeito chegue a diferenciar, e, ao mesmo tempo, a coordenar as modificações por inversão e por reciprocidade. Esse modelo operatório, que se verifica em todo equilíbrio, corresponde, sem que o sujeito tenha consciência disso, ao equilíbrio interno de suas operações lógicas, de tal modo que, na explicação de um sistema mecânico em equilíbrio, o grupo das inversões e das reciprocidades (grupo *INRC*) intervém duas vezes em dois planos diferentes: de um lado, regula as operações proposicionais de que o sujeito se vale para descrever e explicar o real, constituindo assim uma estrutura de conjunto interior ao pensamento, embora o sujeito não tenha qualquer consciência dessa estrutura. De outro lado, esse grupo é projetado exteriormente nos fenômenos que devem ser interpretados e cria assim o esquema operatório que o sujeito utiliza em tais situações para explicar as modificações físicas e sua coordenação. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 240).

V. A noção de probabilidade: Inhelder e Piaget destacam que essa noção se constitui a partir do momento que o sujeito adquire uma estrutura combinatória geral. A partir dos estudos da noção de acaso, Inhelder e Piaget verificaram que, já no estágio das operações concretas, a descoberta da indeterminação provoca no sujeito um início de dissociação entre o possível, o real e o necessário, que estavam indiferenciados no estágio pré-operatório. Disso decorre o aparecimento da primeira noção de probabilidade, quando se colocam em relação os casos favoráveis e os casos possíveis. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 241).

Entretanto, assinalam Inhelder e Piaget, no período operatório concreto, a verificação do possível, e portanto do provável, está limitada aos casos nos quais uma

composição operatória é acessível ao sujeito, ou seja, aos casos de composição aditiva, por oposição às composições combinatórias: por exemplo, quando se tira os elementos A de uma coleção B, formada por duas partes A + A' (donde A = B - A'). O possível concreto não é mais do que um prolongamento do real, nos casos em que há mistura (acaso) e indeterminação, e o provável concreto continua relativo aos agrupamentos operatórios elementares. No período das operações formais, ao contrário, o possível adquire a extensão ao ponto em que a dedução dos sujeitos parte do possível (hipóteses) para chegar ao real, concebido como setor efetivado do conjunto das combinações possíveis.

Disso decorre que a noção de probabilidade adquire uma extensão e uma precisão superiores: “constituirá sempre a relação entre os casos favoráveis e os casos possíveis, mas uns e outros serão então calculados em função das combinações, permutações ou arranjos compatíveis com os elementos dados.” (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 241).

VI. A noção de correlação: Inhelder e Piaget afirmam que a correlação é uma noção que procede simultaneamente da de probabilidade e de uma estrutura próxima da de proporções. Considere-se o conjunto das quatro associações de base possíveis entre duas afirmações e duas negações proposicionais: $p \cdot q \vee p \cdot \bar{q} \vee \bar{p} \cdot q \vee \bar{p} \cdot \bar{q}$. Este conjunto corresponde às quatro casas de uma tabela multiplicativa de dupla entrada ($A_1 A_2 + A_1 A'_2 + A'_1 A_2 + A'_1 A'_2$) que já está acessível desde o início do nível concreto. Duas associações possíveis, $p \cdot q \vee \bar{p} \cdot \bar{q}$, se consideradas isoladamente, exprimem a equivalência entre p e q ; portanto, uma correspondência termo a termo entre os valores em jogo, em caso de seriações. Nesses casos, fala-se de correlação positiva perfeita. Mas as outras duas associações, $p \cdot \bar{q} \vee \bar{p} \cdot q$, se consideradas isoladamente, exprimem a exclusão recíproca entre p e q , e, portanto, uma correspondência inversa ou uma correlação negativa perfeita.

Quando se trata de verificar se existe ou não uma relação entre os fatos descritos por p e q , no caso de dispersão irregular, e, portanto, uma mistura de interferências fortuitas e de causalidade subjacente, os sujeitos do nível operatório formal procedem de acordo com um método baseado nessas operações. Como não

possuem qualquer fórmula métrica de correlações, e como ignoram inteiramente essa noção matemática, limitam-se a utilizar um esquema lógico, com avaliações das freqüências numéricas correspondentes: comparam simplesmente o número de casos favoráveis, correspondentes a $p \cdot q$ v $\bar{p} \cdot \bar{q}$, ao dos casos desfavoráveis correspondentes a $p \cdot \bar{q}$ v $\bar{p} \cdot q$, e, se um dos conjuntos supera numericamente o outro com uma clareza suficiente, concluem pela existência de uma relação efetiva, positiva ou negativa, explicando os dados minoritários pela intervenção de causas fortuitas. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 242).

VII. As compensações multiplicativas: Inhelder e Piaget informam que, à noção de proporções se ligam diretamente as compensações multiplicativas, pois, ao se ter $xy = x'y'$, tem-se também, por definição, $x/x' = y'/y$. Mas, do ponto de vista psicológico, se a construção das proporções começa sempre pela descoberta de compensações, esta nem sempre supõe aquela.

Tudo se passa como se, depois da construção de um esquema operatório, o sujeito descobrisse simultaneamente as diversas conseqüências que apresenta, mesmo sem ligar explicitamente esses diversos aspectos do esquema. Dessa forma, descobre, de um lado, algumas compensações multiplicativas, mas sem pensar que implicam as proporções, e, de outro lado, algumas proporções, mas sem delas tirar as compensações multiplicativas. De maneira mais geral ainda, descobre simultaneamente as noções de proporções, equilíbrio, correlações, compensações multiplicativas, etc., sem suspeitar que apresentam um fundo operatório comum e ignorando ainda a natureza do grupo INRC de que todas derivam. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 244).

Inhelder e Piaget destacam que, no caso da compensação multiplicativa, esta situação é muito notável: o sujeito chega qualitativamente à idéia de compensação, mas sem fazer qualquer cálculo, conformando-se, assim, a um tipo de esquema antecipador das operações que poderia realizar para demonstrar essa compensação, admitida simplesmente como evidente. Ou seja: “a compensação é assim reconhecida como possível e muitas vezes como necessária, antes que sejam explicitados os caminhos operatórios que a justificariam.” (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 244).

VIII. As formas de conservação que ultrapassam a experiência: Inhelder e Piaget destacam que a noção de volume, embora adquirida somente no início do estágio das operações formais, apresenta, em comum com as noções de conservação construídas durante o estágio das operações concretas, o seguinte aspecto: se apenas a experiência não permite a sua descoberta (pois supõe uma composição operatória), é suficiente, ao contrário, para verificá-las integralmente. Ao contrário, existem noções de conservação que a experiência verifica em sentido negativo, pois jamais as contradiz, mas que não chega a verificar completamente de maneira positiva, pois esta verificação ultrapassaria os limites de tempo e espaço, ou entraria em contradição com as condições físicas a que o experimentador está restrito. Essa é, especificamente, a conservação do movimento retilíneo uniforme, que enfrenta dificuldades para o controle experimental, pois todo movimento acessível à experimentação é reduzido e sua observação é limitada no tempo e no espaço. O princípio da inércia se deduz portanto com necessidade, e é verificado pelas conseqüências que provoca, mas, a rigor, não permite uma verificação de fato.

Inhelder e Piaget afirmam que os sujeitos do nível formal chegam ao princípio da inércia, não por experimentação direta, mas por dedução, a partir dos obstáculos que se oporiam a essa verificação, ou seja, a partir das causas da redução de movimento. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 245).

5 MÉTODO

5.1 PARTICIPANTES

Participaram desta pesquisa trinta alunos de Ensino Médio de uma escola pública de Curitiba. Para selecionar os participantes, foi feito um convite a todos os alunos do Ensino Médio que sabiam jogar xadrez, e os interessados foram classificados em três grupos com dez alunos cada: básico, intermediário e avançado.

Para a composição do grupo avançado, o professor de xadrez da escola indicou os dez estudantes com melhor desempenho em competições, e também foi utilizada uma escala enxadrística, o *rating* (ELO, 1980)²⁹, que quantifica o desempenho dos jogadores (para mais explicações, veja o item 15 intitulado A Escala de Proficiência em Xadrez Rating, no volume 2). O professor também selecionou os estudantes para os grupos intermediário e básico.

Para melhor caracterizar os participantes, foi aplicado um questionário (veja o item 3 no volume 2) com 42 perguntas divididas em quatro partes: 1) Informações pessoais (4 questões); 2) Você e sua família (12 questões); 3) Sobre o uso do computador (5 questões); e 4) Sobre o xadrez (21 questões). As partes 1, 2 e 3 foram adaptadas do questionário de 2006 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), enquanto que a parte 4 foi desenvolvida para esta pesquisa.

Esse questionário foi aplicado individualmente na biblioteca da escola, no horário de aula dos participantes e seu preenchimento levou aproximadamente quinze minutos. As informações sobre nível enxadrístico, sexo, idade e série serão apresentadas nas tabelas a seguir.

²⁹ Para este estudo pesquisou-se os ratings da Federação de Xadrez do Paraná (2009), Confederação Brasileira de Xadrez (2009) e Federação Internacional de Xadrez (2009).

Na Tabela 8 pode-se ver a distribuição dos participantes tomando por base o seu nível enxadrístico.

TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO AO NÍVEL NO XADREZ

NÍVEL	N	%
Básico	10	33,33
Intermediário	10	33,33
Avançado	10	33,33
Total	30	100

FONTE: Elaborado a partir do questionário.

Na Tabela 9 pode-se ver o rating dos participantes avançados. Na segunda coluna pode-se ver o rating da Federação de Xadrez do Paraná (Fexpar), sendo que quanto maior o rating, maior a expertise. Também se pode notar que somente um participante possui rating da Confederação Brasileira de Xadrez (CBX) e da Federação Internacional de Xadrez (Fide), pois para se obter rating CBX e Fide é necessário participar de competições nacionais e internacionais, respectivamente. Para o restante dos participantes, no campo rating CBX e Fide está assinalado SR, ou seja, sem rating. Tanto os participantes básicos como os intermediários não possuem rating.

TABELA 9 – RATING DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS

PARTIC.	Fexpar	CBX	Fide
A1	1625	SR	SR
A2	1727	SR	SR
A3	1715	SR	SR
A4	1738	SR	SR
A5	1765	SR	SR
A6	1679	SR	SR
A7	1834	SR	SR
A8	1733	SR	SR
A9	1666	SR	SR
A10	2135	2049	2074

FONTE: Elaborado a partir da Internet³⁰.

³⁰ As listagens de rating estão disponíveis nos seguintes endereços: Fexpar: www.fexpar.esp.br; CBX: www.cbx.org.br; Fide: www.fide.com. Acesso em: 4/11/2009.

Na Tabela 10 pode-se ver a distribuição dos participantes tomando por base o sexo dos participantes.

TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO AO SEXO

SEXO	N	%
Masculino	19	63,33
Feminino	11	36,66
Total	30	100

FONTE: Elaborado a partir do questionário.

O xadrez é um jogo praticado geralmente por mais homens que mulheres, motivo pelo qual há um predomínio do sexo masculino na amostra (63,33%), conforme pode ser visto na Tabela 10. Na Tabela 11 pode-se ver a distribuição dos participantes tomando por base a sua idade.

TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO À IDADE

IDADE	N	%
14	08	26,66
15	09	30
16	04	13,33
17	07	23,33
18	02	6,66
Total	30	100

FONTE: Elaborado a partir do questionário.

Observa-se na Tabela 11 que mais da metade dos participantes (56,66%) situam-se dentro da faixa etária dos 14 e 15 anos, e na Tabela 12 pode-se ver que 53,33% dos participantes estavam cursando o 1º ano do Ensino Médio no momento da aplicação das provas.

TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO QUANTO À ESCOLARIDADE

ANO	N	%
1º	16	53,33
2º	06	20
3º	08	26,66
Total	30	100

FONTE: Elaborado a partir do questionário.

5.2 INSTRUMENTOS

Foram utilizados três tipos de instrumentos para coleta de dados, uma escala para avaliação do nível de desenvolvimento cognitivo (EDPL), foram jogadas partidas contra o computador, e também foi realizado um torneio de xadrez com o grupo de avançados. A seguir serão descritos esses três instrumentos.

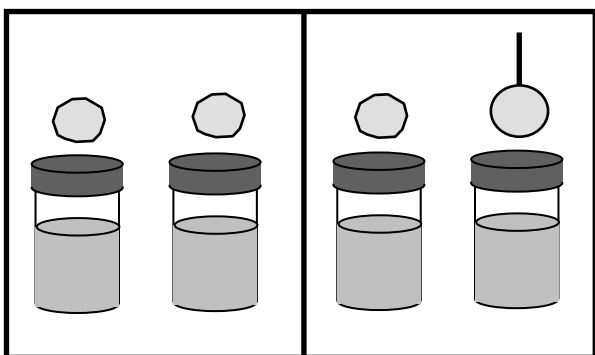
5.2.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)

Esta escala foi utilizada para avaliar o nível de desenvolvimento cognitivo dos participantes. Ela foi construída em 1965 por François Longeot (LONGEOT, 1974) e foi baseada na teoria de Piaget. A escala é composta de cinco provas que serão descritas a seguir:

Prova 1: Conservação do peso e do volume e Dissociação peso-volume

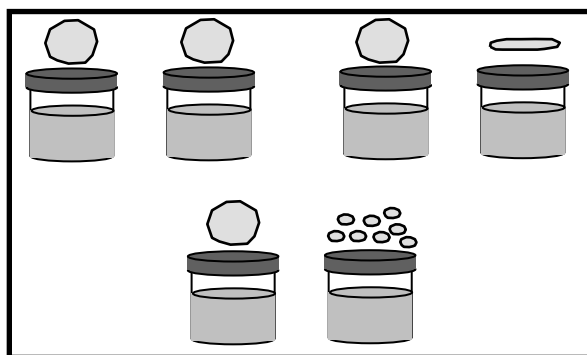
Material utilizado: duas bolas de mesmo tamanho de massa de modelar, dois vidros de mesmo tamanho e uma esfera de metal de mesmo tamanho das bolas de massa.

FIGURA 52 – DISSOCIAÇÃO PESO – VOLUME



FONTE: MACEDO e TORRES (2005, p. 3).

FIGURA 53 – CONSERVAÇÃO DO VOLUME



FONTE: MACEDO e TORRES (2005, p. 3).

Prova 2: Permutações

Material utilizado: noventa e seis fichas plásticas de quatro cores diferentes (vinte e quatro de cada cor) e mais uma de uma cor diferente das outras.

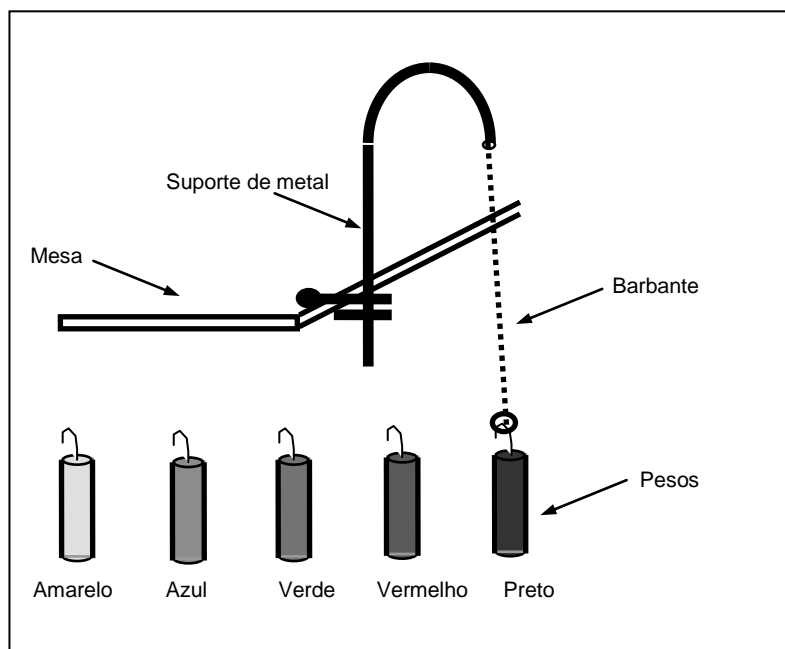
Prova 3: Quantificação de probabilidades

Material utilizado: vinte e uma fichas plásticas iguais e de mesma cor, sendo que seis possuem uma marca em um dos lados.

Prova 4: Oscilação do Pêndulo

Material utilizado: uma haste de metal com um barbante que pode ser ajustado de diferentes tamanhos e onde podem ser fixados cinco pesos diferentes, mas de igual formato e pintados com cinco cores diferentes.

FIGURA 54 – OSCILAÇÃO DO PÊNDULO

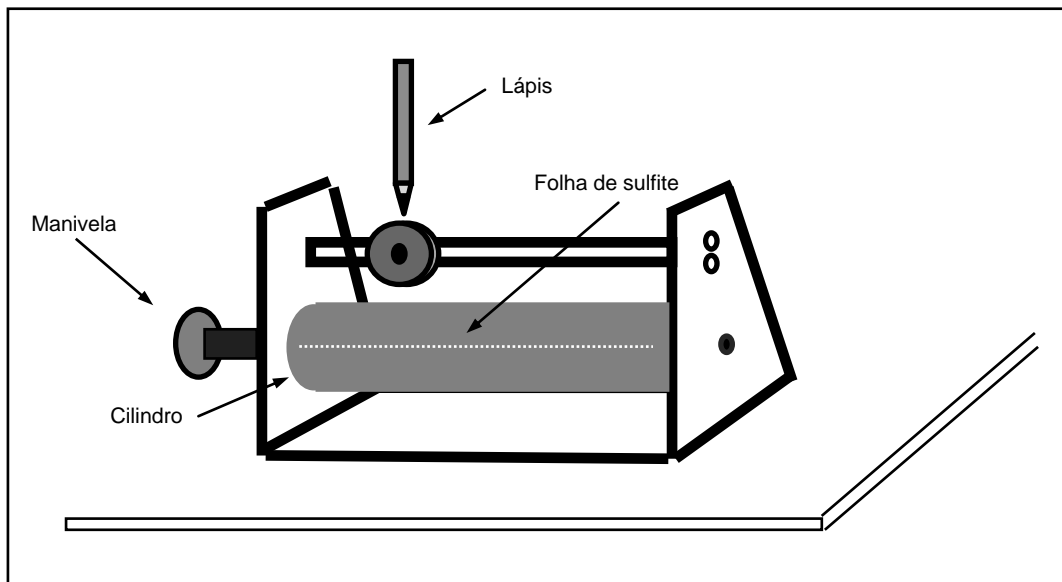


FONTE: MACEDO e TORRES (2005, p. 7).

Prova 5: Curvas Mecânicas

Material utilizado: um dispositivo com um cilindro rotatório recoberto por uma folha de papel e um lápis; esses objetos movimentam-se: o cilindro por meio de uma manivela e o lápis manualmente (ver figura 55).

FIGURA 55 – CURVAS MECÂNICAS



FONTE: MACEDO e TORRES (2005, p. 8).

5.2.2 Partidas de xadrez contra o *Fritz* (veja o volume 2)

As partidas serviram para fornecer elementos concretos para caracterizar e diferenciar os participantes dos grupos básico, intermediário e avançado, além de servir para coletar material para a análise.

Todos os trinta participantes jogaram uma partida contra o software de xadrez *Fritz*, sendo que o tempo máximo de duração das partidas foi de duas horas (uma hora para cada jogador).

5.2.3 Torneio de xadrez com os avançados (veja o volume 2)

O torneio foi realizado com o objetivo de verificar se há correlação entre os desempenhos no torneio de xadrez e na EDPL. Também serviu para avaliar

objetivamente o nível de sua expertise, além de coletar informações adicionais para a pesquisa.

5.3 PROCEDIMENTOS

5.3.1 Para a coleta de dados

A seguir será abordada a forma de aplicação dos três tipos de instrumentos descritos no item 5.2:

- Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico;
- Partidas de xadrez contra o *Fritz*;
- Torneio de xadrez com os avançados.

5.3.1.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)

A escala é composta pelas cinco provas já assinaladas e foram aplicadas pelo próprio pesquisador.

Os dados foram colhidos individualmente na biblioteca da escola seguindo as instruções fornecidas por Longeot (1974) e Macedo e Torres (2005).

As entrevistas duraram por volta de uma hora e trinta minutos e foram filmadas e gravadas no formato DVD para facilitar as transcrições (veja o volume 2).

A seguir será descrito resumidamente o procedimento para cada uma das cinco provas. Os procedimentos para aplicação das provas da EDPL foram adaptados de Macedo e Torres (2005).

Prova 1: Conservação do peso e do volume e Dissociação peso-volume

Questão 1 – Dissociação peso-volume

a) Igualar o nível da água dos dois frascos iguais, até que o participante tenha admitido essa igualdade.

b) Proceder da mesma forma em relação aos dois pedaços de plastilina, esfericamente modelados (bolas).

c) Colocar as bolas de plastilina sobre os frascos correspondentes e pedir ao participante para predizer o que ocorrerá com a água, se as bolas forem mergulhadas. Se o participante admitir que a água subirá, pedir que ele explique a razão. Caso contrário (e só nesse caso), demonstrar que a água sobe, quando se mergulha a bola nela; pedir então que o participante explique esse resultado.

d) Perguntar ao participante se as bolas subirão ou não o mesmo tanto e, para qualquer resposta, pedir uma explicação.

e) Observar se as justificativas do participante estão fundamentadas em argumentos relativos a peso ou volume.

f) Substituir uma das bolas de plastilina por outra de metal.

g) Solicitar que o participante sopesse as duas bolas e verifique a diferença de pesos, apesar da equivalência das formas.

h) Pedir para o participante predizer se a água dos frascos subirá ou não o mesmo tanto, se as bolas de metal e de plastilina forem nela mergulhadas.

i) Para qualquer resposta, pedir que o participante justifique seu julgamento, insistindo, quando este predisser uma subida igual, se não importa a diferença de pesos.

Questão 2 – Conservação do volume

a) Apresentar ao participante dois frascos iguais, contendo o mesmo tanto de água, além de dois pedaços esféricos de plastilina com o mesmo tanto de massa.

b) Se o participante não admitir estas equivalências - entre os volumes de água e as quantidades de massa - fazer as alterações necessárias para que isto aconteça.

c) Deformar uma das bolas em cilindro ('forma de salsicha') e pedir ao participante para predizer se a bola e a 'salsicha' farão a água dos frascos correspondentes subir o mesmo tanto ou se mais em um deles. Qualquer que seja a resposta, pedir ao sujeito para justificá-la.

d) Cortar o cilindro em 08 ou 10 pedaços e pedir ao participante o mesmo julgamento e explicação da situação anterior.

Questão 3 – Conservação do peso

a) Pedir ao participante para sopesar dois pedaços de plastilina esféricos, verificando se os mesmos têm pesos iguais; fazer as alterações necessárias até que ele admita essa igualdade de peso.

b) Achatar inicialmente uma das bolas (forma de bolacha) e pedir ao participante para dizer se ambas têm ou não têm o mesmo peso, justificando sua resposta.

c) Cortar a bola achatada em oito ou dez pedaços de diferentes tamanhos e formular novamente as questões da situação anterior.

Observação: essa questão só é realizada se tiver ocorrido fracasso numa das questões anteriores (volume ou dissociação peso-volume) e é realizada ao final da aplicação das cinco provas. Se nas três questões o participante apresentar raciocínios contraditórios, indicar os aspectos contraditórios e sugerir alguns casos que outros alunos pensam diferentes dele e perguntar quem terá razão.

Prova 2: Permutações

Questão 1 – Três elementos

a) Predição: o experimentador pede ao participante para predizer de quantos modos é possível permutar três fichas de cores diferentes e para explicar o porquê do número indicado.

b) Execução: para qualquer resposta na fase de predição, o experimentador pede ao participante para permutar efetivamente as três fichas de todos os modos possíveis. Cada arranjo feito é mantido sobre a mesa, e o participante usa de outras fichas de mesma cor para os arranjos seguintes. Caso o participante não esgote todas as permutações ($N=6$), o experimentador faz uma ou duas sugestões, lembrando-lhe que há ainda outras possibilidades. Além disso, e caso o participante não tenha usado um método sistemático para fazer os arranjos, o examinador indica-lhe um iniciando cada seqüência duas vezes com a mesma cor.

Questão 2 – Quatro elementos

a) Predição: o experimentador pede ao participante para predizer o número de permutações de quatro fichas, bem como para explicar de que modo o obteve.

b) Execução: como na verificação anterior, o experimentador pede ao participante para utilizar um conjunto de fichas para cada arranjo, pois as combinações feitas serão mantidas sobre a mesa. Igualmente e caso necessite, o experimentador indica ao participante possibilidades de arranjo não consideradas por ele.

Questão 3 – Cinco elementos

Predição: o experimentador coloca sobre a mesa cinco fichas e pede ao participante para predizer de quantos modos é possível permutá-las. Para qualquer resposta, pede-se ao participante para explicar como obteve o número indicado (“que truque usou?”), buscando obter dele um depoimento sobre o raciocínio que teria empregado para isso.

Observação: esta questão só é proposta aos participantes que efetuaram as 24 permutações da questão 2, mesmo não utilizando o método indicado na questão anterior. Nesse caso, o experimentador lembra ao participante esse método, enquanto o ajuda a reordenar os arranjos conforme a sistematização indicada. Para os participantes que não conseguiram, mesmo com as sugestões, efetuar todas as permutações de quatro elementos, a prova é encerrada. Caso o participante não saiba explicar as operações mentais ou os cálculos aritméticos realizados na questão 3 com cinco elementos, a aplicação da prova é encerrada. Caso contrário, a questão de predição e explicação do número predito é feita, em seguida, para as permutações de seis e sete elementos.

Prova 3: Quantificação de probabilidades

a) Explicação sobre as regras do jogo: apresentar ao participante um certo número de fichas amarelas, mostrando que algumas têm uma cruz preta em uma das faces e outras não têm, sendo só amarelas. Dizer a ele que a diferença entre as fichas permite realizar um sorteio, colocando-se as fichas pretas viradas para baixo (depois de

apresentadas ao participante) e escolhendo, pelo acaso, se a ficha terá ou não uma cruz preta. Explicar ainda que o jogo depende da composição de dois conjuntos de fichas, com ou sem cruz, cada conjunto podendo ter ou não o mesmo número de fichas.

b) Demonstração do jogo: construir os dois conjuntos de fichas voltados para o sujeito. Pedir que ele os observe, antes de virar para baixo as fichas com cruz. Misturar em separado cada conjunto de fichas. Perguntar ao participante em qual dos conjuntos é provável tirar uma ficha com cruz, ou se a probabilidade é a mesma.

Antes de iniciar propriamente a prova, apresentar ao sujeito dois exemplos, pedindo-lhe que indique em qual conjunto terá mais chance de tirar uma ficha com cruz.

Observação: se o participante errar a questão 3, interromper a prova após a questão 5, pois as questões 1, 2, 4 e 5 são de nível inferior (operatório concreto) à questão 3 (pré-formal) e esta é inferior às questões 6, 7 e 8 (formal) conforme pode ser visto na tabela a seguir. As frações significam número de fichas marcadas (no numerador) e o total de fichas na coleção (no denominador).

QUADRO 33 – QUESTÕES DE QUANTIFICAÇÃO DE PROBABILIDADES

QUESTÕES	COLEÇÃO 1	COLEÇÃO 2	NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO
1	1/4	2/4	Operatório concreto
2	3/5	3/7	Operatório concreto
3	2/4	1/2	Pré-formal
4	1/2	1/3	Operatório concreto
5	2/4	3/7	Operatório concreto
6	2/6	1/3	Formal A
7	2/6	3/8	Formal B
8	3/9	2/6	Formal A

FONTE: Adaptado de MACEDO e TORRES (2005, p. 34).

Prova 4: Oscilação do pêndulo

O experimentador diz ao participante que a questão é indicar o que faz o pêndulo oscilar mais depressa ou mais devagar durante quinze segundos, lembrando-lhe que há pelo menos quatro hipóteses a serem estudadas: a) a influência do peso; b) do comprimento do fio; c) da amplitude de soltura (isto é, do 'deixar o peso cair de uma altura maior ou menor'); d) o impulso inicial sobre a maior ou menor velocidade da oscilação nesse período.

No decorrer da prova, o experimentador auxilia o participante, controlando o tempo e anotando as condições de cada ensaio, isto é, que comprimento de fio, peso, amplitude e grau de impulso foram utilizados, bem como quantas oscilações foram observadas. Em cada ensaio, o experimentador pede ao participante para justificar suas escolhas, para explicar os resultados obtidos, e recorda-lhe as diferentes hipóteses e a questão experimental.

Prova 5: Curvas mecânicas

O experimentador pede ao participante para desenhar, em uma folha de papel igual à que recobre o cilindro, o traçado que o lápis faria sobre o papel do cilindro, nas seguintes situações abaixo apresentadas. As questões quatro, cinco e seis são formuladas duas vezes.

Questão 1: o cilindro não se movimenta e o lápis movimenta-se uma vez de uma extremidade à outra (o lápis faz um movimento de ida).

Questão 2: o lápis não se movimenta e o cilindro faz um giro completo.

Questão 3: o cilindro faz um giro completo, enquanto o lápis vai de uma extremidade à outra (o lápis faz um movimento de ida). Se houver fracasso na terceira questão (pré-formal) é inútil aplicar as três seguintes.

Questão 4: o cilindro faz um giro completo, enquanto o lápis vai e volta à mesma extremidade (enquanto o lápis faz um movimento de ida e volta).

Questão 5: o cilindro faz dois giros completos, enquanto o lápis vai de uma extremidade à outra (enquanto o lápis faz um movimento de ida).

Questão 6: o cilindro faz dois giros completos, enquanto o lápis vai e volta à mesma extremidade (enquanto o lápis faz um movimento de ida e volta).

5.3.1.2 Partidas de xadrez contra o Fritz 11

O pesquisador levou um computador portátil com o software *Fritz 11*³¹ instalado. Os participantes conduziram as peças brancas e jogaram as partidas utilizando equipamento oficial (tabuleiro, peças e relógio de xadrez) sendo que as jogadas dos

³¹ Disponível em <http://www.chessbase.com>.

participantes foram introduzidas no computador pelo pesquisador, bem como as jogadas do computador foram transmitidas ao tabuleiro do participante também pelo pesquisador.

Após o término de cada uma das 30 partidas, o pesquisador solicitou a cada participante que justificasse a escolha de cada jogada efetuada (análise *post mortem*), sendo que toda a seção foi filmada.

5.3.1.3 Torneio de xadrez com os avançados

Primeiramente o pesquisador definiu todos os empareiramentos das 45 partidas por intermédio da confecção de uma tabela *schuring* (vide o volume 2). A seguir todos os participantes se enfrentaram em partidas com tempo de reflexão de uma hora por jogador. Os participantes anotaram as partidas em uma súmula de xadrez para a análise dos lances efetuados.

5.3.2 Para a análise dos dados

5.3.2.1 Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL)

O manual de aplicação da EDPL (MACEDO; TORRES, 2005) possui informações detalhadas sobre como avaliar as respostas fornecidas pelos participantes, a pontuação que deve ser atribuída, bem como o tipo de raciocínio que cada prova envolve.

Na tabela a seguir podem-se ver os escores máximos e mínimos que o participante pode obter em cada prova.

TABELA 13 - ESCORES PARCIAIS POR QUESTÃO E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES

PROVAS	QUESTÕES	CLASSIFICAÇÃO POR NÍVEL OPERATÓRIO	ESCORES MÍNIMOS E MÁXIMOS POR QUESTÃO	ESCORES MÍNIMOS E MÁXIMOS POR PROVA
Prova 1 Conservação	Peso	Concreto	0 ou 2	0 a 4
	Volume	Intermediário	0 ou 1	
	Dissociação	Intermediário	0 ou 1	
Prova 2 Permutações	1	Concreto	0 ou 2	0 a 6
	2 - predição	Formal A	0 ou 1	
	2 - execução	Formal A	0 ou 1	
	3 - execução	Formal B	0 ou 2	
	1	Concreto	0 ou 0,5	
Prova 3 Quantificação de probabilidades	2	Concreto	0 ou 0,5	0 a 8
	3	Intermediário	0 ou 2	
	4	Concreto	0 ou 0,5	
	5	Concreto	0 ou 0,5	
	6	Formal A	0 ou 1	
	7	Formal B	0 ou 2	
	8	Formal A	0 ou 1	
	Prova 4 Oscilação do pêndulo	Questão única	Formal B	
1		Concreto	0 ou 1	0 a 8
Prova 5 Curvas mecânicas	2	Concreto	0 ou 1	
	3	Intermediário	0 ou 2	
	4	Formal A	0 ou 1	
	5	Formal B	0 ou 2	
	6	Formal A	0 ou 1	

FONTE: Adaptado de TORRES (2001, p. 85).

Nas tabelas 14 e 15 podem-se ver os escores parciais e totais por prova e os níveis de raciocínio correspondentes.

TABELA 14 - ESCORES PARCIAIS POR PROVA E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES

NÍVEL OPERATÓRIO	PO	CA	CB	I	FA	FB
Conservação	0	2	2	3; 4	4	4
Permutações	0	2	2	2	3; 4	6
Quantificação de Probabilidades	0	0,5	1; 1,5; 2	4	5; 6	8
Oscilação do pêndulo	0	0	0	0	0	2
Curvas mecânicas	0	1	2	4	5; 6	8
ESCORE TOTAL	0 - 0	0,5 - 4	5 - 10	11 - 17	18 - 23	24 - 28

FONTE: Adaptado de TORRES (2001, p. 86).

TABELA 15 - ESCORES TOTAIS E NÍVEIS OPERATÓRIOS CORRESPONDENTES

ESCORE TOTAL	NÍVEL OPERATÓRIO
0	Pré-operatório
0,5 a 4	Concreto A (CA)
5 a 10	Concreto B (CB)
11 a 17	Intermediário (I)
18 a 23	Formal A (FA)
24 a 28	Formal B (FB)

FONTE: TORRES (2001, p. 87).

Assim, conforme o desempenho do participante nas cinco provas é atribuída uma pontuação que pode chegar até 28 pontos, e por intermédio dessa pontuação é possível classificar o estágio do pensamento lógico do participante.

5.3.2.2 Partidas de xadrez contra o Fritz 11

As 30 partidas foram organizadas em uma base de dados utilizando o software de xadrez *Chess Base 9* (CHESS BASE 9, 2008)³². Todas foram submetidas a duas ferramentas de análise do software *Fritz 11*: Análise Completa (Full Analysis) e Análise de Erros (Blunder Check). Análise Completa é uma ferramenta do *Fritz* premiada pela *International Computer Chess Association* e forneceu um panorama completo de cada partida.

Computadores avaliam as posições com a ajuda de um valor numérico. A avaliação é expressa em unidades de peão, adotando-se sempre o ponto de vista das peças brancas. Se o software mostra um valor de +1,30, isto significa que ele considera a posição das peças brancas como sendo melhor, o que equivale a 1,3 peões.

Se as brancas têm um peão a mais, então é acrescentado 0,3 como resultado de considerações posicionais (mobilidade, desenvolvimento das peças, segurança do rei, estrutura de peões, etc.). Uma vantagem de -3 significa que as brancas têm uma peça a menos, bispo ou cavalo, pois tanto bispo quanto cavalo equivalem a aproximadamente três peões. A torre vale cinco peões e a dama, aproximadamente

³² Disponível em <http://www.chessbase.com>.

nove peões. O valor do rei é ilimitado, pois a perda dele significa a perda da partida. (FRITZ 11, 2008).

No quadro a seguir, pode-se ver o valor das peças expresso em unidades de peão.

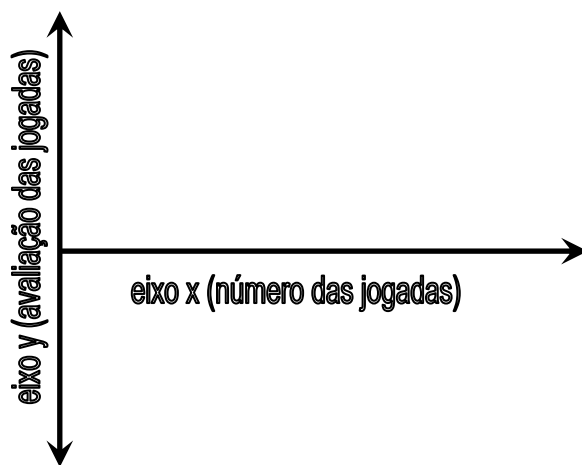
QUADRO 34 – VALOR DAS PEÇAS

PEÇA	VALOR EM UNIDADES DE PEÃO
Peão	1.0
Cavalo	3.0
Bispo	3.0
Torre	5.0
Dama	9.0

FONTE: Adaptado de FRITZ 11 (2008).

A Análise de Erros forneceu uma avaliação numérica da posição após cada lance feito, o que permitiu construir o gráfico da partida, conforme pode ser visto no exemplo a seguir.

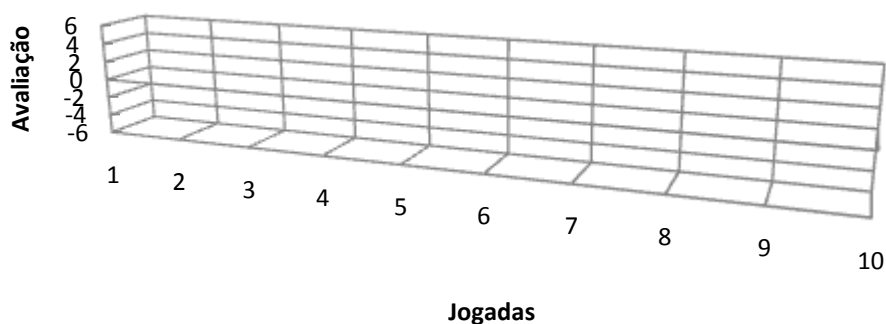
GRÁFICO 4 – ELEMENTOS DO GRÁFICO DA PARTIDA DE XADREZ



FONTE: ALBURT (1993, p. 22).

Após fixar os valores numéricos no eixo y, e o número de jogadas no eixo x, obtém-se o formato do gráfico da partida de xadrez:

GRÁFICO 5 – O GRÁFICO DA PARTIDA DE XADREZ



A parte positiva do gráfico significa vantagem dos participantes que jogaram com as peças brancas, enquanto que a parte negativa significa vantagem do *Fritz*. Como o *Fritz* venceu todas as partidas, em todos os gráficos a linha da avaliação dirigiu-se essencialmente para o lado da avaliação negativa. Os gráficos foram interrompidos no momento em que o *Fritz* identificou uma posição de xeque-mate. Todas as partidas com as respectivas avaliações e gráficos encontram-se no volume 2³³.

5.3.2.3 Torneio de xadrez com os avançados

Uma vez que os participantes anotaram os seus jogos, o pesquisador inseriu todas as noventa partidas em uma base de dados utilizando o software *Chess Base 9*. As partidas da base de dados foram submetidas às ferramentas de análise do software *Fritz Análise Completa e Análise de Erros* e forneceram material complementar para a análise dos dados.

³³ No CD-ROM que acompanha o volume 2, é possível ver todas as partidas com um software que se encontram no CD. Para mais informações, ver o arquivo Leia-me que se encontra no CD-ROM.

6 RESULTADOS

6.1 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi dividida em quatro momentos principais: primeiro, foram estudadas as partidas jogadas contra o computador, cujo objetivo foi caracterizar e comparar os grupos básico, intermediário e avançado no tocante ao seu desempenho enxadrístico, e calcular seu índice de expertise no xadrez. Segundo, foram efetuadas comparações entre nível enxadrístico e desempenho na EDPL, que teve o objetivo de identificar quais provas da EDPL os participantes apresentam melhor desempenho. Terceiro, foi feita uma comparação entre o desempenho no torneio de xadrez, que foi realizado com os participantes avançados, e o desempenho na EDPL, para verificar se os desempenhos foram semelhantes. E por último, foram efetuadas comparações entre sexo, idade e série escolar na EDPL, para verificar se existem diferenças entre estas variáveis na EDPL.

6.1.1 Partidas contra o computador³⁴

As partidas contra o software *Fritz*, bem como a entrevista sobre o conhecimento das regras básicas do xadrez (que foram realizadas apenas com os participantes básicos e intermediários), tiveram a dupla finalidade de: a) caracterizar o grupo de básicos e intermediários no xadrez; e b) comparar o desempenho enxadrístico dos três grupos.

³⁴ Os dados complementares podem ser encontrados no volume 2, nos capítulos 8 a 13.

Depois de examinados os dados enxadrísticos dos participantes básicos, intermediários e avançados das partidas contra o computador, no item 6.1.1.4 será apresentada uma síntese dos aspectos mais relevantes das partidas contra o computador.

6.1.1.1 Partidas dos participantes básicos

Para verificar o quanto os participantes classificados como básicos e intermediários no xadrez diferiam no seu conhecimento do xadrez, buscou-se verificar o quanto esses dois grupos conheciam sobre as regras especiais do xadrez roque, promoção, anotação de partidas e captura *en passant*.

Na tabela a seguir podem-se ver os dados referentes ao conhecimento destas regras especiais. Para maiores detalhes sobre estas regras, ver no volume 2, as Regras Básicas do Xadrez. Os valores na tabela significam: 0 = não sabe o que é; 1 = sabe o que é, mas não domina; 2 = domina parcialmente; 3 = domina completamente.

TABELA 16 – BÁSICOS: CONHECIMENTO DAS REGRAS BÁSICAS

Part.	Roque	Promoção	Anotação	En Passant	%
B1	0	0	1	0	8,33
B2	1	0	0	0	8,33
B3	0	0	0	0	0
B4	1	0	0	0	8,33
B5	1	0	0	0	8,33
B6	0	0	0	0	0
B7	1	0	0	0	8,33
B8	1	0	0	0	8,33
B9	1	2	0	0	25
B10	1	0	0	0	8,33
T= 7		T= 2	T= 1	T= 0	M= 8,33

FONTE: Elaborado a partir das entrevistas.

Como era de se esperar, os participantes básicos têm um pequeno conhecimento das regras especiais do xadrez como roque, promoção, anotação e *en passant*, sendo que seus conhecimentos destas regras somaram 10 pontos em 120 pontos possíveis, o que representa 8,33%.

Na tabela a seguir pode-se ver os erros que os participantes fizeram que levaram ao xeque-mate em um ou dois lances, as jogadas ilegais feitas, a média de erros que o participante informou ter feito, e a média real de erros. Entre colchetes encontram-se erros que levaram a xeque-mate em mais de dois lances.

TABELA 17 – ERROS DOS PARTICIPANTES BÁSICOS

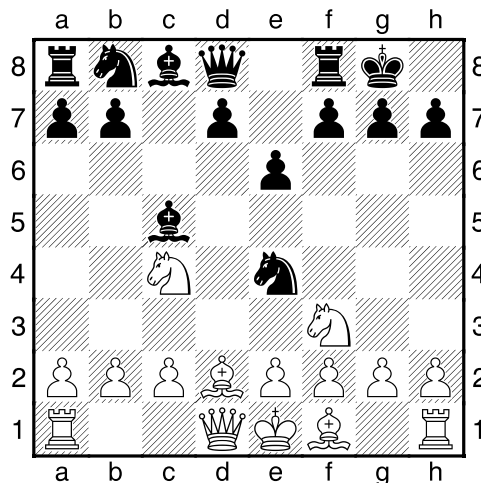
Part.	Xeque Mate	Jogada Ilegal	Média Informada		Média Real
B1	1	0	0	0%	-5,57
B2	2	1	0	0%	-3
B3	1	1	-5,05	90,66%	-5,57
B4	[9]	3	0	0%	-3,25
B5	[17]	0	-0,47	27,81%	-1,69
B6	2	0	0	0%	-2,16
B7	1	1	-0,05	1,28%	-3,9
B8	1	0	-2,47	88,84%	-2,78
B9	[10]	0	-0,09	4,16%	-2,16
B10	[13]	0	-0,72	36,92%	-1,95
T= 6*		T= 6	M= -0,88	M= 24,96%	M= -3,2

FORNTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

* Considerados apenas os erros mais graves de mate em 1 e em 2 lances.

A primeira coisa que chama a atenção nesta tabela é o número elevado de participantes (60%) que efetuaram erros que levaram ao xeque-mate em uma ou duas jogadas. Na figura a seguir pode-se ver o erro que o participante básico 1 (B1) fez que levou a sua derrota.

FIGURA 56 – ERRO DO PARTICIPANTE B1 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE



Nesta posição B1 acabou de jogar 7.♘f3 dizendo que jogou “*para dar uma certa proteção depois...se eu fosse capturada eu capturaria com ele (com o cavalo)*”. O participante não se deu conta que bispo e cavalo pretos ameaçam o peão de f2 das brancas e o xeque-mate com 7...♙xf2. Era preferível jogar 7.e3, o que deixaria a avaliação apenas -1,73 favorável ao Fritz.

Estes erros que levaram ao xeque-mate não puderam ser quantificados pelo computador, pois implicaram na perda imediata da partida. Para resolver este problema foi adotado o seguinte procedimento: a) somar o valor material de todas as peças menos o rei (1♔=9, 2♖=10, 2♙=6, 2♘=6, 8♟=8), o que totalizou 39; b) deduzir da soma do material total (39) a avaliação da posição no momento anterior ao erro. Ou seja, foi dado ao erro de xeque-mate o valor correspondente que completa o valor total do material. Por exemplo, na partida de B1 contra o computador, a avaliação no momento anterior ao erro de xeque-mate era -1,74 para o Fritz, para este erro foi atribuído o valor -37,26 (39-1,74).

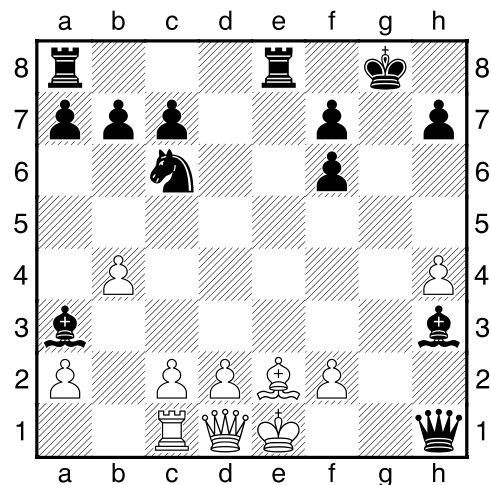
Esta forma de quantificar o erro de xeque-mate é um processo artificial criado pelo pesquisador e que pode ocasionar superestimação do erro, principalmente quando a avaliação é amplamente favorável ao computador e o fim da partida está próximo. Assim, uma coisa é fazer um erro de xeque-mate quando a avaliação global da posição está equilibrada e o computador não possui vantagem decisiva, e outra diferente é fazer um erro de xeque-mate quando o computador encontra-se com vantagem decisiva e com uma avaliação amplamente favorável. O primeiro caso assemelha-se mais ao “erro não forçado” visto no jogo de tênis, enquanto que no segundo, as chances de errar são maiores, pois as opções do participante já estão bastante reduzidas pela ampla vantagem do computador.

Para minimizar este problema, foram analisados os dois erros principais de cada participante. Dessa forma, se o erro de xeque-mate estiver superestimado e não for o erro mais importante, o segundo erro seguramente o será.

Outro aspecto que chama a atenção nesta tabela é que quatro participantes (40%) efetuaram jogadas ilegais, totalizando seis jogadas ilegais, sendo que somente o participante B4 fez a metade delas. Na figura a seguir pode-se ver o último lance ilegal

feito por B4. O participante tentou jogar 14.♔f1, não percebendo que já estava em xeque-mate, e nesta casa o rei estaria ameaçado pela dama e pelo bispo.

FIGURA 57 – LANCE ILEGAL DO PARTICIPANTE B4



A avaliação das partidas permitiu identificar que os participantes, a cada jogada que efetuavam, deixavam o computador com uma vantagem, em média, de -3,2 o que equivale aproximadamente a perda de um cavalo ou bispo (-3) a cada jogada feita. No entanto, quando solicitados a informar os erros que fizeram, os participantes básicos identificaram corretamente apenas 24,96% destes erros.

Conforme se pode ver na tabela seguinte, o acúmulo sucessivo destas vantagens fez com que o computador ficasse com vantagem decisiva, em média, na jogada 6,8 (a 55,29% do final da partida) e anunciasse o xeque-mate, em média, na jogada 14,2. Deve-se destacar que só foram computadas as jogadas até o momento em que uma posição de xeque-mate apareceu, pois deste momento em diante o xeque-mate era inevitável.

TABELA 18 – JOGOS DOS PARTICIPANTES BÁSICOS

Part.	Número de Jogadas	Vantagem Decisiva	
		Jogada	%
B1	7	7	100
B2	13	7	53,84
B3	7	5	71,42
B4	12	3	25
B5	23	9	39,13
B6	18	5	27,77
B7	10	10	100
B8	14	11	78,57
B9	18	4	22,22
B10	20	7	35
M= 14,2		M= 6,8	M=55,29

FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

6.1.1.2 Partidas dos participantes intermediários

Era de se esperar que os participantes classificados como intermediários no xadrez tivessem um conhecimento melhor das regras especiais de xadrez do que os básicos, o que de fato ocorreu.

Conforme se pode ver na tabela a seguir, o conhecimento das regras especiais de xadrez pelos participantes intermediários foi de 52,49%, enquanto que o conhecimento destas mesmas regras foi de apenas 8,33% pelos participantes básicos.

TABELA 19 – INTERMEDIÁRIOS: CONHECIMENTO DAS REGRAS BÁSICAS

Part.	Roque	Promoção	Anotação	En Passant	%
I1	3	3	3	3	100
I2	3	3	2	2	83,33
I3	2	2	1	0	41,66
I4	1	2	0	0	25
I5	2	2	2	2	66,66
I6	2	0	0	0	16,66
I7	0	0	3	1	33,33
I8	3	3	2	2	83,33
I9	3	3	2	0	66,66
I10	1	0	0	0	8,33
T= 20		T= 18	T= 15	T= 10	M= 52,49

FONTE: Elaborado a partir das entrevistas.

Na tabela a seguir pode-se ver os erros que os participantes intermediários fizeram que levaram ao xeque-mate em um ou dois lances, as jogadas ilegais feitas, a média de erros que os participantes informaram ter feito, e a média real de erros. Entre colchetes encontram-se erros que levaram a xeque-mate em mais de dois lances.

TABELA 20 – ERROS DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS

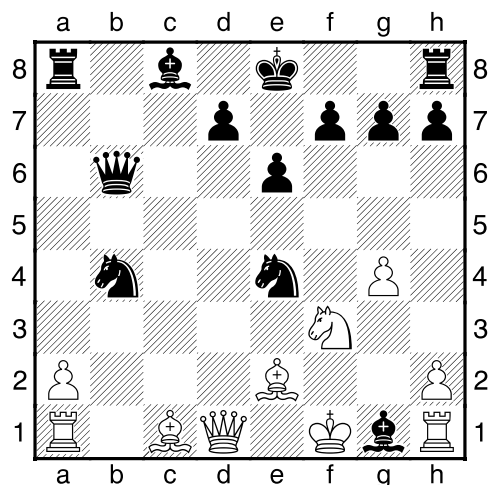
Part.	Xeque Mate	Jogada Ilegal	Média Informada		Média Real	
I1	[6]	0	-0,69	60,52%	-1,14	
I2	[7]	1	-0,37	12,33%	-3	
I3	[6]	1	-0,002	0,10%	-1,95	
I4	[7]	1	-0,02	1,23%	-1,62	
I5	1	0	-0,20	8,73%	-2,29	
I6	[5]	0	-0,33	12,69%	-2,6	
I7	[3]	0	-0,01	0,48%	-2,05	
I8	[14]	0	-0,23	8,27%	-2,78	
I9	[10]	0	-0,06	2,46%	-2,43	
I10	[10]	1	-0,30	15,38%	-1,95	
T= 1*			T= 4	M= -0,22	M= 12,22%	M= -2,18

FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

* Considerados apenas os erros mais graves de mate em 1 e em 2 lances.

A primeira coisa que chama a atenção nesta tabela é o baixo número de erros que conduziram ao xeque-mate em um ou dois lances (intermediários= 1, básicos= 6). Na figura a seguir pode-se ver tal erro.

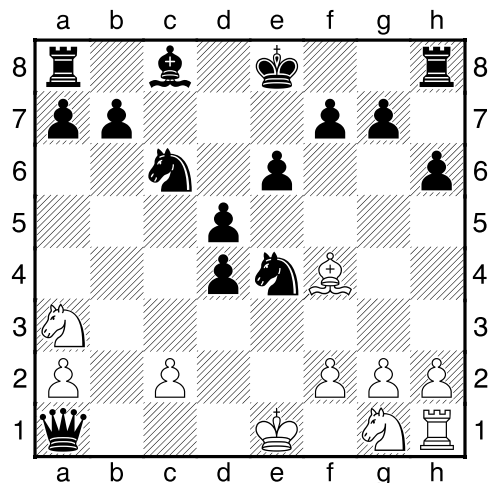
FIGURA 58 – ERRO DO PARTICIPANTE I5 QUE LEVOU AO XEQUE-MATE



Nesta posição, o participante I5 fez a jogada 17. ♖xg1 e levou xeque-mate com 17... ♔f2#. A justificativa apresentada para esta jogada foi: “*capturei esse aqui (o bispo) porque se ele viesse aqui (♗f2) e trouxesse a dama pra cá (♕e1) eu ia ficar em mate*”. No entanto, a ameaça de mate citada não era procedente, pois havia a dama em d1 e o cavalo em f3 que estavam defendendo a casa e1, além da possibilidade do rei de fugir para g2.

Outro aspecto a ser destacado é que o número de jogadas ilegais, que foi 6 para os participantes básicos, caiu para 4 nos participantes intermediários. Na figura a seguir pode-se ver um destes erros feito pelo participante I2.

FIGURA 59 – LANCE ILEGAL DO PARTICIPANTE I2



Nesta posição, o participante I2 fez a jogada 14. ♔d2 para escapar do xeque da dama em a1, mas não percebeu que a casa d2 também estava ameaçada pelo cavalo em e4.

A média real dos erros nos participantes intermediários foi de -2,18, menor do que a média dos participantes básicos, que foi de -3,2. No entanto, quando solicitados a apontar os erros que fizeram, identificaram corretamente apenas 12,22% destes erros, praticamente a metade dos erros identificados pelos participantes básicos, que foi de 24,96%.

Provavelmente isso se deveu porque, dentre os erros feitos pelos básicos, havia 6 erros de xeque-mate, enquanto que nos intermediários houve somente 1.

Dessa forma, identificar um erro de xeque-mate é mais fácil, pois este erro conduziu a derrota. No entanto, este pode ser um indicativo de que, fundamentalmente, não existem diferenças enxadrísticas significativas entre básicos e intermediários, o que posteriormente será abordado com os resultados na EDPL.

Uma vez que os participantes intermediários fizeram menos erros, era de se esperar que seus jogos tivessem um número maior de jogadas, se comparados com os participantes básicos, o que de fato ocorreu (19,2 contra 14,2), conforme se pode observar na tabela a seguir.

TABELA 21 – JOGOS DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS

Part.	Número de Jogadas	Vantagem Decisiva	
		Jogada	%
I1	34	19	55,88
I2	13	10	76,92
I3	20	10	50
I4	24	14	58,33
I5	17	7	41,17
I6	15	9	60
I7	19	8	42,1
I8	14	14	100
I9	16	16	100
I10	20	6	30
M= 19,2		M= 11,3	M= 61,44

FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

O computador conseguiu vantagem decisiva, em média, na jogada 11,3 (ou seja, a 61,44% do fim da partida) contra os participantes intermediários, enquanto que para os participantes básicos, esta média caiu para a jogada 6,8 (ou seja, a 55,29% do fim da partida).

6.1.1.3 Partidas dos participantes avançados

Agora serão analisados os pontos principais das partidas dos participantes avançados, bem como serão efetuadas as comparações entre os participantes básicos

e intermediários.

Na tabela a seguir podem ser vistos os dados sobre as partidas dos participantes avançados contra o computador.

Pode-se observar que foi incluído, na tabela a seguir, o campo Abandonou para contemplar a decisão dos participantes de abandonar (desistir) a partida quando anteciparam que a derrota era inevitável. Nas partidas dos participantes básicos e intermediários não houve nenhum abandono, pois optaram por jogar até levar xeque-mate. Um jogador avançado considera uma atitude feia e anti-desportiva jogar uma partida perdida, além de achar humilhante ter que jogar até levar xeque-mate.

TABELA 22 – JOGOS DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS

Part.	Número de Jogadas	Vantagem Decisiva		Abandonou
		Jogada	%	
A1	35	33	94,28	Sim
A2	29	29	100	Sim
A3	13	10	76,92	Sim
A4	21	17	80,95	Sim
A5	16	16	100	Sim
A6	27	9	33,33	Não
A7	28	24	85,71	Sim
A8	25	21	84	Sim
A9	25	10	40	Não
A10	29	-	100	Sim
M= 24,8		M= 18,77	M= 79,51	T= 8

FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

Também se pode ver nesta tabela que não foram incluídos os dados sobre o conhecimento das regras especiais do xadrez, pois todos os participantes avançados têm plena consciência delas.

Pode-se ver nesta tabela que o número médio de jogadas, que foi de 14,2 nos participantes básicos, subiu para 19,2 nos participantes intermediários, e aumentou para 24,8 nos avançados. A vantagem decisiva, que foi atingida pelo computador, em média, na jogada 6,8 (a 55,29% do final da partida) nos participantes básicos, subiu para 11,3 (a 61,44% do final da partida) nos participantes intermediários, e passou para

18,77 (a 79,51% do final da partida) nos avançados.

Também se deve destacar que 8 dos 10 participantes optaram por abandonar seus jogos quando perceberam que a derrota era inevitável. Conforme se pode ver na tabela, o participante A10 optou por desistir antes do computador acusar vantagem decisiva, mas no momento em que abandonou, suas chances de tentar alguma coisa eram escassas.

Na tabela a seguir, pode-se ver as informações sobre os erros feitos pelos participantes avançados.

TABELA 23 – ERROS DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS

Part.	Xeque Mate	Jogada Ilegal	Média Informada		Média Real
A1	0	0	-0,13	28,26%	-0,46
A2	0	0	-0,29	93,54%	-0,31
A3	0	0	-0,38	40,86%	-0,93
A4	0	0	-0,07	26,92%	-0,26
A5	0	0	-0,40	90,90%	-0,44
A6	[10]	0	-0,37	25,69%	-1,44
A7	0	0	-0,03	10,71%	-0,28
A8	[11]	0	-0,17	10,89%	-1,56
A9	[10]	0	-0,28	17,94%	-1,56
A10	0	0	-0,11	78,57%	-0,14
T= 0		T= 0	M= -0,22	M= 42,42%	M= -0,73

FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

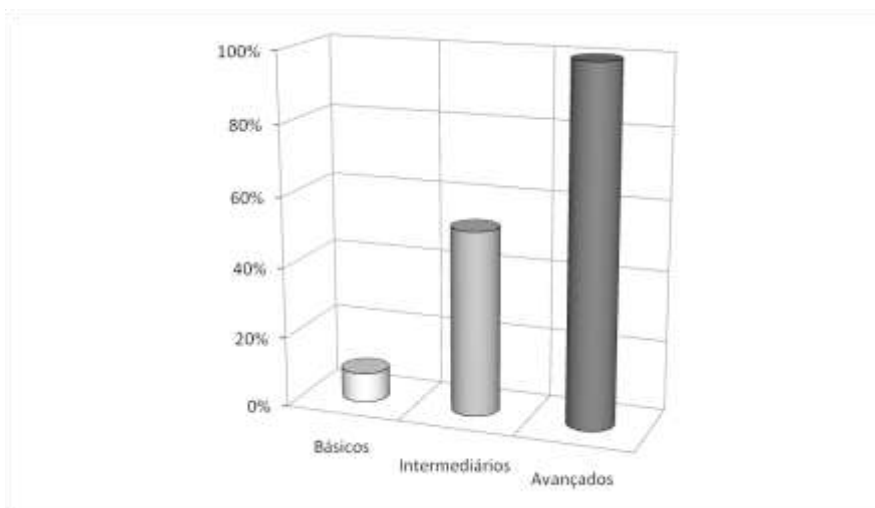
O primeiro aspecto nesta tabela é a ausência de erros de xeque-mate em um ou dois lances, bem como a ausência de jogadas ilegais. Em se tratando de jogadores avançados, estas informações não causam surpresa, pois é característico de bons jogadores errarem pouco. A média informada de erros, que nos participantes básicos foi de 24,96, baixou para 12,22 nos participantes intermediários, e subiu para 42,42 nos participantes avançados. A média real dos erros, que nos participantes básicos foi de 3,2, diminuiu para 2,18 nos participantes intermediários, e diminuiu para 0,73 nos participantes avançados.

6.1.1.4 Síntese dos aspectos mais relevantes das partidas contra o computador

A seguir serão apresentadas, de forma sintética, as características mais relevantes das partidas contra o computador. No gráfico a seguir pode-se ver a comparação do conhecimento das regras especiais roque, promoção e en passant, nos três grupos pesquisados.

Conforme se pode ver no gráfico a seguir, o conhecimento das regras especiais de xadrez, roque, promoção e en passant foi proporcional ao nível enxadrístico dos participantes: pequeno (8,33%) para os básicos, médio (52,49%) para os intermediários, e grande (100%) para os participantes avançados.

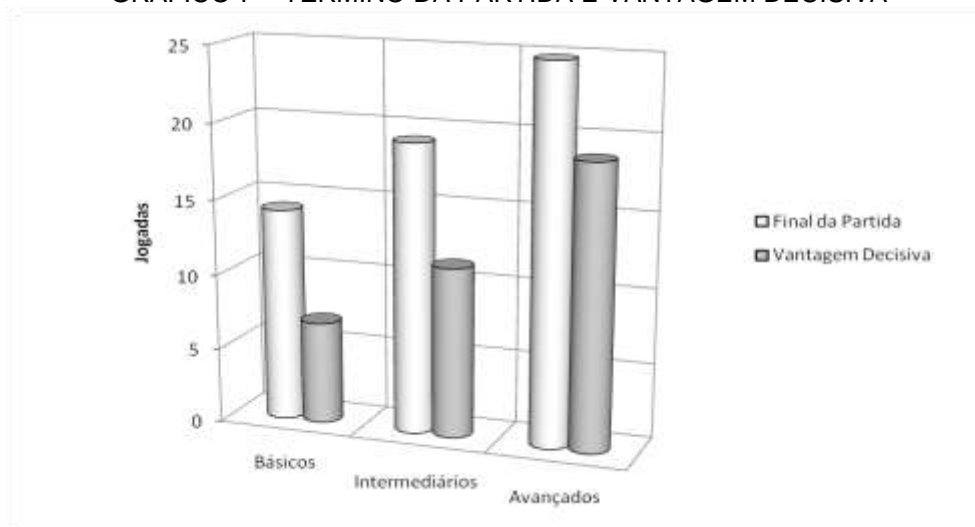
GRÁFICO 6 – CONHECIMENTO DAS REGRAS ESPECIAIS DE XADREZ



FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

No gráfico a seguir pode-se ver a comparação entre o número médio de jogadas das partidas (no gráfico aparece como final da partida), e o número médio de jogadas em que o computador obteve vantagem decisiva, nos três grupos pesquisados. Pode-se ver neste gráfico que o número médio de lances da partida, bem como a quantidade de lances necessários para o computador ficar com vantagem decisiva, aumentou com o nível dos participantes.

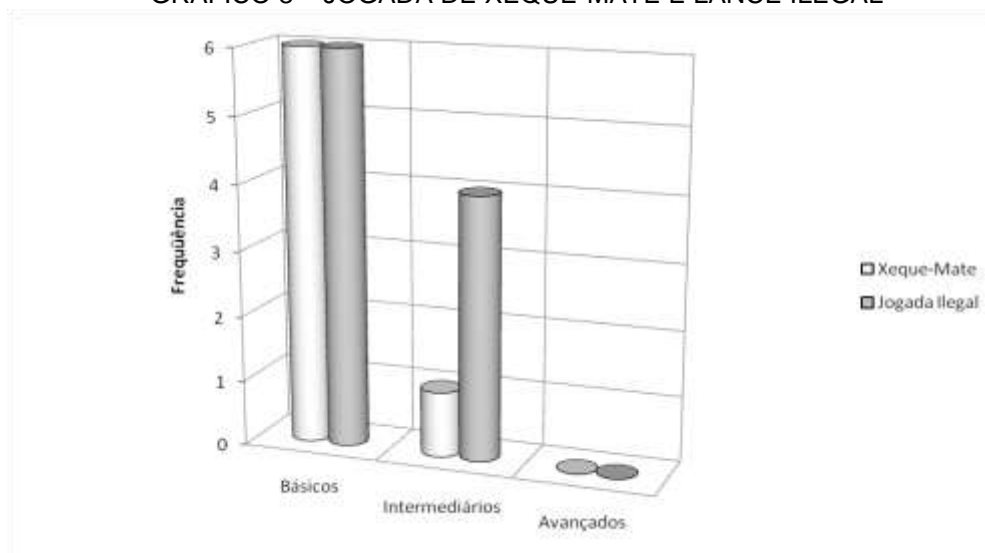
GRÁFICO 7 – TÉRMINO DA PARTIDA E VANTAGEM DECISIVA



FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

As comparações entre os participantes básicos, intermediários e avançados, no que tange aos lances que conduziram a xeque-mate, bem como as jogadas ilegais, podem ser vista no gráfico a seguir.

GRÁFICO 8 – JOGADA DE XEQUE-MATE E LANCE ILEGAL



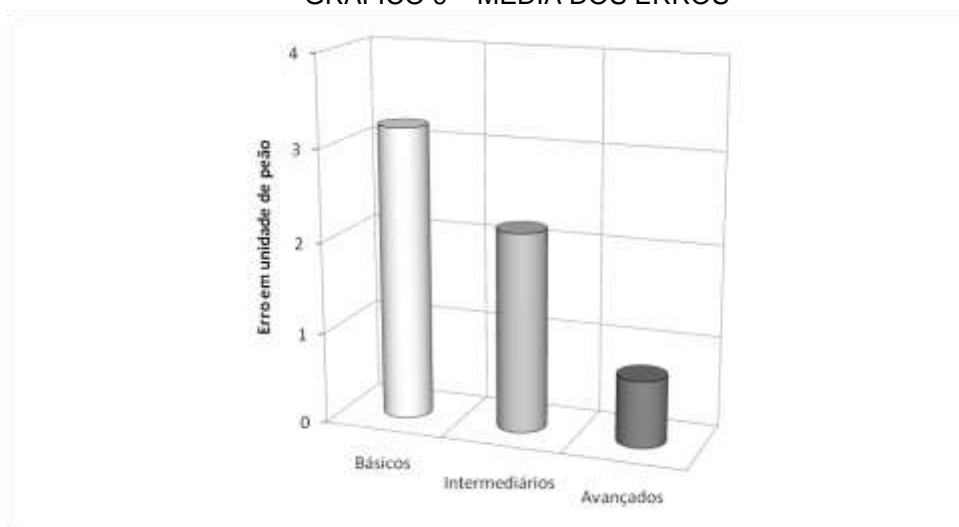
FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

Pode-se ver neste gráfico que seis participantes básicos fizeram erros que os levaram a perder a partida imediatamente em um ou em dois lances (erro de xeque-

mate), enquanto que este número caiu para um nos participantes intermediários, e para zero nos participantes avançados. Os participantes básicos fizeram seis jogadas ilegais, ao passo que este número caiu para quatro dentre os participantes intermediários, e para zero dentre os participantes avançados.

No gráfico a seguir pode-se ver a média dos erros dos três grupos pesquisados. Os valores no eixo x referem-se a “unidade de peão”, onde o número 1 equivale a um peão.

GRÁFICO 9 – MÉDIA DOS ERROS

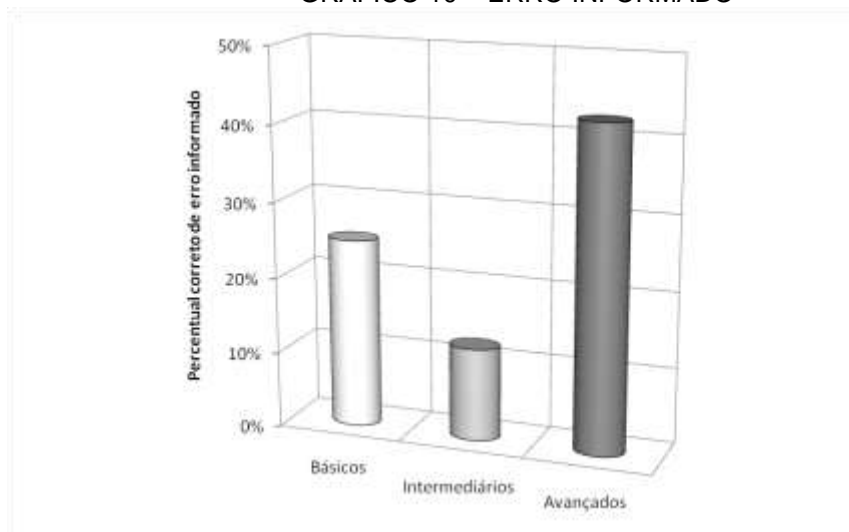


FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

Pode-se ver que os participantes básicos tiveram uma média de erros alta (3,2) o equivalente a um pouco mais de três peões, ou ainda a um cavalo ou um bispo. Neste sentido, pode-se dizer que os participantes básicos perderam um cavalo ou um bispo a cada jogada que fizeram. Já os participantes intermediários erraram menos (2,18), o que equivale a perder um pouco mais de dois peões a cada jogada feita. No entanto, quem menos errou foram os participantes avançados (0,73), o que equivale a perder quase $\frac{3}{4}$ de peão a cada jogada feita.

No gráfico a seguir pode-se ver o percentual correto dos erros informados pelos participantes.

GRÁFICO 10 – ERRO INFORMADO



FONTE: Elaborado a partir das partidas contra o computador.

Pode-se ver que os participantes básicos informaram corretamente 24,96% dos erros que fizeram, enquanto que curiosamente nos participantes intermediários este número baixou para 12,22%. Conforme mencionado anteriormente, isso ocorreu provavelmente pelo elevado número de erros de xeque-mate dentre os participantes básicos, erros estes que são mais fáceis de identificar. Já os participantes avançados identificaram corretamente 42,42% dos erros que fizeram.

6.1.1.5 Índice de expertise no xadrez

Uma vez que as partidas contra o computador forneceram diversas informações sobre o nível de conhecimento do xadrez dos participantes, foi possível calcular o índice de expertise no xadrez, que engloba os aspectos principais das partidas contra o computador. A tabela a seguir apresenta este índice.

TABELA 24 – ÍNDICE DE EXPERTISE NO XADREZ

Expertise no xadrez	Básico		Intermediário		Avançado	
	Escore	Corrigido	Escore	Corrigido	Escore	Corrigido
Regras básicas	8,33	0,83	52,49	5,24	100	10
Erro de xeque mate	6	5,78	1	9,48	0	10
Jogada ilegal	6	5,78	4	7,91	0	10
Número de jogadas	14,2	4,73	19,2	6,4	24,8	8,26
Vantagem decisiva	55,29	5,52	61,44	6,14	79,51	7,95
Erro informado	24,96	2,49	12,22	1,22	42,42	4,24
Abandonou	0	0	0	0	8	8
Índice de conhecimento do xadrez	25,13		36,39		58,45	
	35,9%		51,98%		83,5%	

FONTE: Elaborado pelo autor a partir dos dados apresentados anteriormente.

Para obter o escore corrigido todos os valores foram padronizados e todos os dados foram transformados em um valor entre 0 e 10. Para cada item de conhecimento do xadrez houve um procedimento, assim no item *regras básicas* o escore foi dividido por 10.

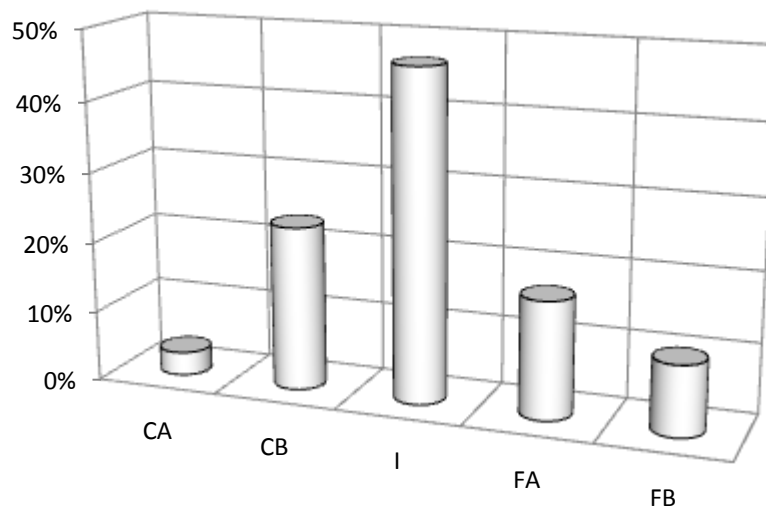
Antes de calcular o escore corrigido do item *erro de xeque mate*, primeiramente deve-se observar que há uma correlação negativa entre a expertise no xadrez e a quantidade de erros, ou seja, quanto melhor o nível no xadrez menor a quantidade de erros de xeque mate e jogadas ilegais. Dessa forma, os piores desempenhos somariam mais pontos. Para contornar esse problema foi utilizado como escore corrigido a pontuação que faltava para atingir 10. Assim, 6 de 14,2 representa 42,25%, dividido por 10 dá 4,22. Portanto o escore corrigido é 5,78. O escore corrigido para o item jogada ilegal foi obtido como na explicação anterior.

Para o item *número de jogadas* foi feito o seguinte: uma partida de 60 minutos dura em média 30 lances com aproximadamente 2 minutos por lance. Assim, 14,2 representa 47,33% de 30 lances, dividido por 10 dá 4,73. Para os itens *vantagem decisiva* e *erro informado* o escore foi dividido por 10. Para o item *abandonou* não houve modificação no escore.

6.1.2 Comparação entre nível enxadrístico e desempenho na EDPL

No gráfico a seguir pode-se ter uma visão geral do desempenho de todos os participantes conforme os níveis cognitivos da EDPL.

GRÁFICO 11 – DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES NA EDPL

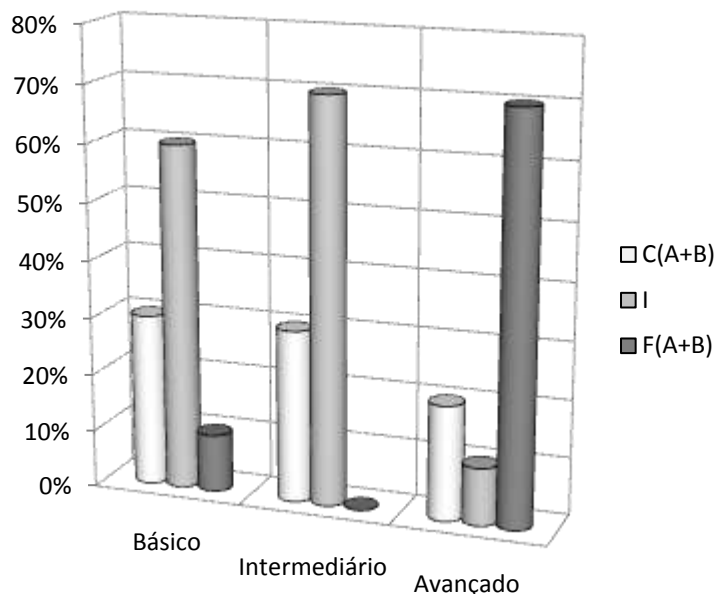


FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Neste gráfico pode-se ver que 46,66% dos participantes encontram-se no nível cognitivo Intermediário (I), 23,33% no Concreto B (CB), 16,66% no Formal A (FA), 10% no Formal B (FB), e apenas 3,33% dos participantes foram classificados como Concreto A (CA).

No gráfico a seguir pode-se ver o desempenho na EDPL dos participantes classificados como básicos, intermediários e avançados no xadrez.

GRÁFICO 12 – NÍVEL ENXADRÍSTICO X NÍVEL COGNITIVO



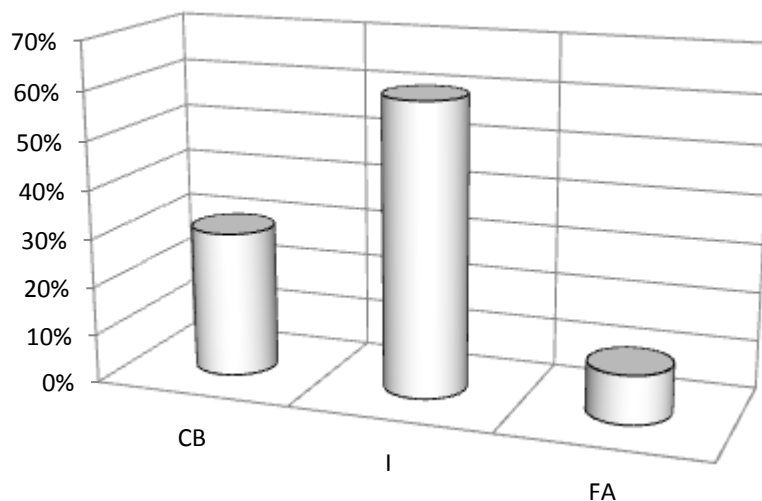
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

6.1.2.1 Comparação entre básicos e intermediários no xadrez e desempenho na EDPL

Uma vez que se pôde comprovar no item 6.1.1 que os grupos básico, intermediário e avançado são diferentes no que concerne ao conhecimento do xadrez, pode-se perguntar se estas diferenças serão refletidas no desempenho na EDPL.

O gráfico a seguir mostra o desempenho na EDPL dos participantes classificados como básicos no xadrez.

GRÁFICO 13 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES BÁSICOS

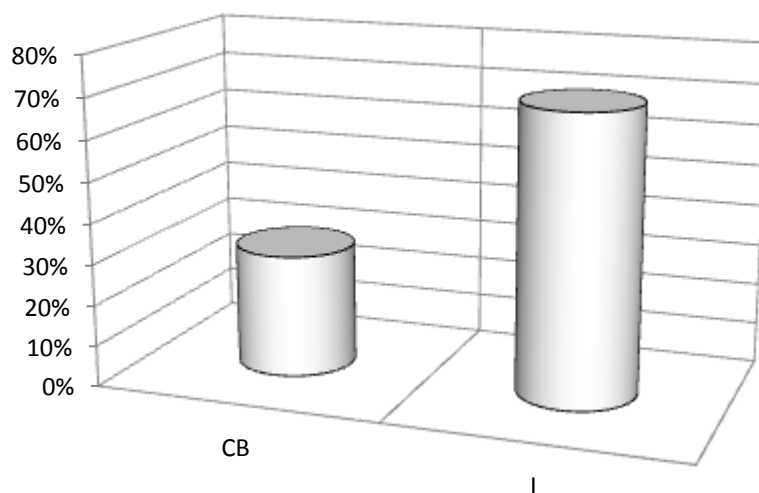


FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se perceber que houve predomínio no nível cognitivo intermediário com 60% dos casos, e 30% sendo classificados como concreto B e apenas 10% como formal A.

No gráfico a seguir é mostrado o nível cognitivo, segundo a EDPL, dos participantes classificados como intermediários no xadrez.

GRÁFICO 14 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES INTERMEDIÁRIOS



FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Neste gráfico é possível perceber que 70% dos participantes classificados como intermediários no xadrez estão situados no nível cognitivo intermediário na EDPL, os outros 30% foram classificados como concreto B. Pode-se ver que não houve nenhum participante intermediário que apresentasse o nível cognitivo formal.

Para verificar se os participantes básicos e intermediários diferem no tocante ao seu desempenho na EDPL, foi aplicado o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 153-155). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes do grupo de enxadristas básico e intermediário. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes do grupo de enxadristas intermediário é superior ao básico. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral).

Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de $W_x = 108,5$. Consultando a Tabela A de Siegel (com $m = 10$ e $n = 10$), verificou-se que o teste forneceu o valor 0,51 que está fora da região de rejeição. Assim, não se rejeitou H_0 .³⁵

Uma vez que não houve diferença entre os desempenhos dos participantes do grupo de enxadristas básico e intermediário no tocante a EDPL, pode-se concluir que estes participantes provém da mesma população, e doravante serão designados como não-avançados no xadrez.

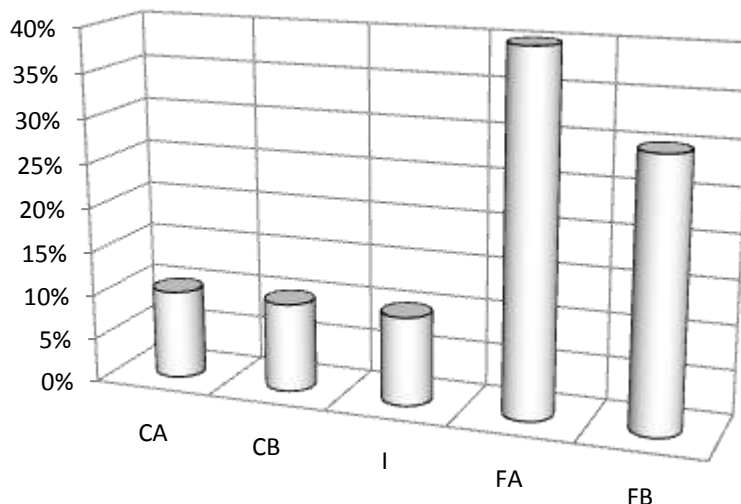
6.1.2.2 Comparação entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários) na EDPL

Uma vez que não foi encontrada diferença entre básicos e intermediários na EDPL, o passo seguinte é verificar se existe diferença entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários).

No gráfico a seguir é apresentado o nível cognitivo, segundo a EDPL, dos participantes classificados como avançados no xadrez.

³⁵ Todos os procedimentos estatísticos encontram-se descritos no volume 2.

GRÁFICO 15 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS



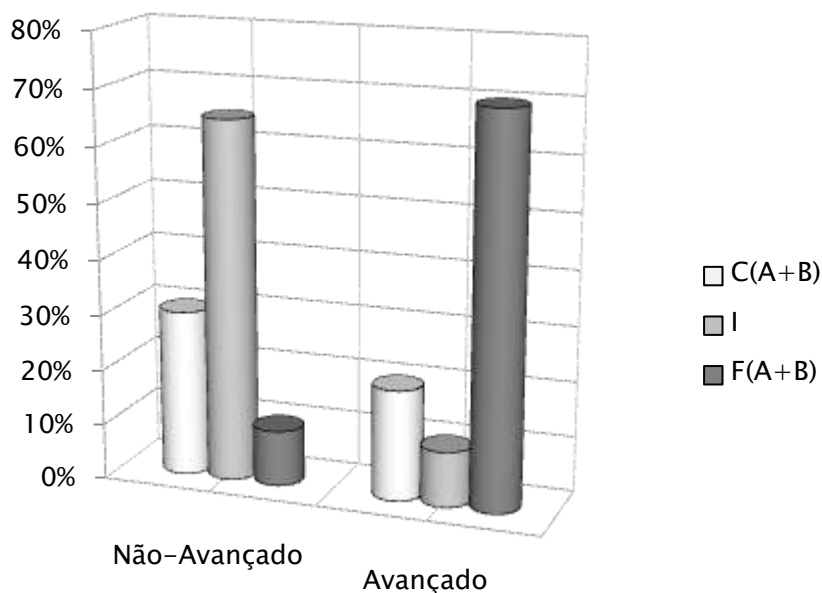
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

No gráfico anterior pode-se ver que dentre os participantes classificados como enxadristas avançados, houve um predomínio do pensamento formal, sendo que 40% foram classificados como formal A e 30% como Formal B.

No gráfico a seguir pode-se a comparação entre o nível cognitivo dos participantes avançados e não-avançados. Para verificar se avançados e não-avançados (básicos e intermediários) diferem no tocante ao nível cognitivo medido pela EDPL, foi aplicado o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 153-155). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não-avançados. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes avançados no xadrez será superior ao desempenho dos enxadristas não-avançados. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral). Efetuados os cálculos com $W_x = 210$ e $W_y = 255$, obteve-se o resultado 2,44. Consultando a Tabela A de Siegel, verificou-se que $z \leq 2,44$ tem uma probabilidade unilateral, quando H_0 é verdadeira, de $p < 0,0073$. Como esse p é menor do que $\alpha = 0,05$, decidiu-se por rejeitar H_0 em favor de H_1 .

Conclui-se que o desempenho na EDPL dos participantes classificados como avançados no xadrez é superior ao desempenho dos participantes classificados como não-avançados (básicos e intermediários).

GRÁFICO 16 – NÍVEL COGNITIVO DOS PARTICIPANTES AVANÇADOS X NÃO-AVANÇADOS

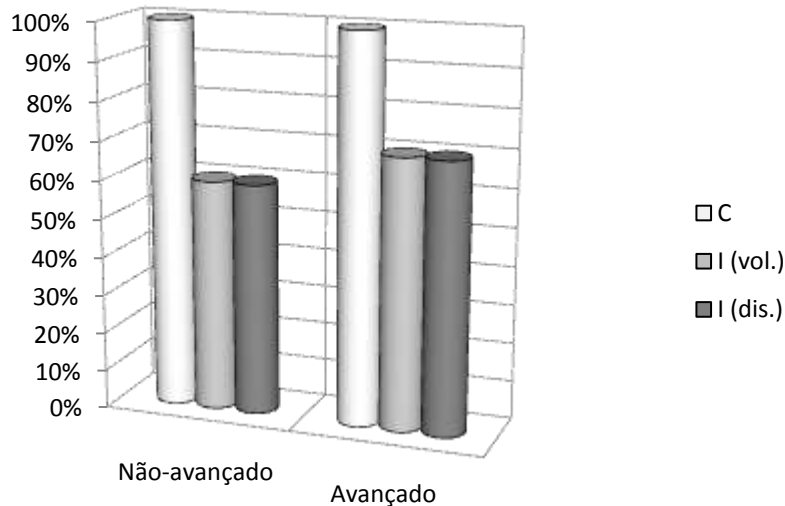


6.1.2.3 Comparação entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários) em cada uma das provas da EDPL

Uma vez que se 70% dos participantes avançados no xadrez foram classificados no nível cognitivo formal (FA+FB), pode-se perguntar em quais provas estes participantes se destacaram, se comparados com os participantes não-avançados (básicos e intermediários). Para fazer esta verificação, serão apresentados os desempenhos dos participantes em cada uma das cinco provas que compõe a EDPL.

No gráfico a seguir pode-se ver o desempenho dos participantes na prova de conservação. Esta prova, conforme já foi dito, é composta por uma questão de nível concreto (C) e duas de nível intermediário (I).

GRÁFICO 17 – PROVA DA CONSERVAÇÃO



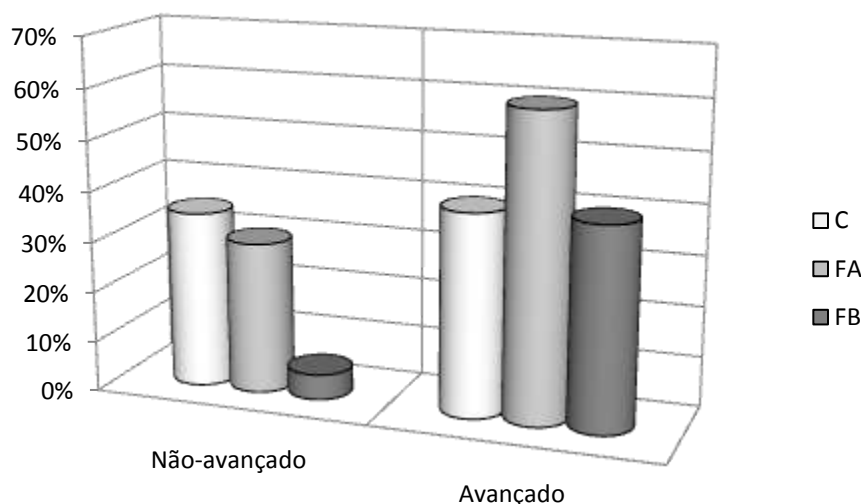
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se ver no gráfico anterior que todos os participantes acertaram a questão de nível concreto. Já nas questões de nível intermediário (conservação do volume e dissociação peso-volume) os não-avançados acertaram 60%, enquanto que os avançados tiveram um desempenho um pouco melhor (70%).

Para testar estas diferenças, foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) para duas amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 134-147). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não avançados na prova da conservação da EDPL. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes avançados no xadrez será superior ao desempenho dos não-avançados. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral com $gl=2$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de $X^2 = 0,68$. Consultando a Tabela C de Siegel, verificou-se o valor de 5,99. Como o valor observado é menor que o valor dado pela Tabela C, H_0 não pode ser rejeitada, ou seja, não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não-avançados, na prova da conservação.

No gráfico a seguir pode-se ver o desempenho dos participantes na prova da permutação.

GRÁFICO 18 – PROVA DA PERMUTAÇÃO



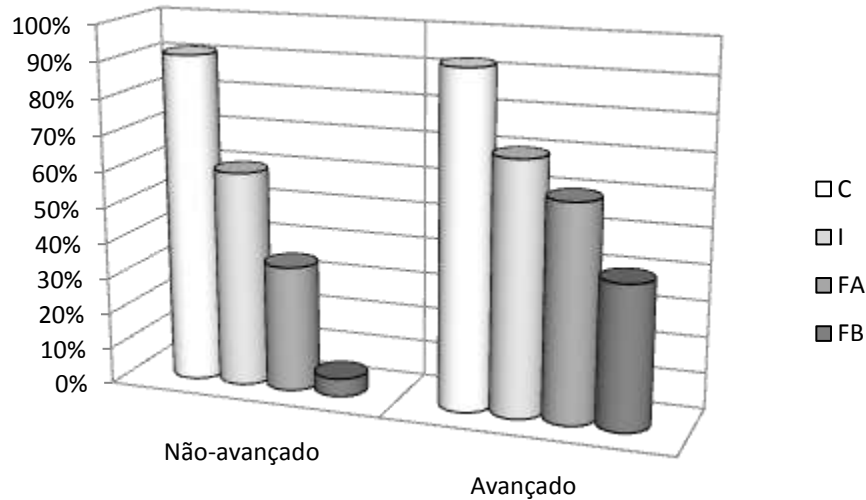
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se ver no gráfico anterior que os participantes de nível avançado tiveram um melhor desempenho nas questões de nível formal, acertando 60% das questões de nível formal A e 40% das de nível formal B.

Para testar estas diferenças, foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) para duas amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 134-147). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não avançados. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes avançados no xadrez será superior ao desempenho dos enxadristas não-avanzados na prova da permutação da EDPL. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral com $gl = 2$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de $X^2 = 16$. Consultando a Tabela C de Siegel, verificou-se o valor de 5,99. Como o valor observado é maior que o valor dado pela Tabela C, H_0 foi rejeitada, ou seja, existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não-avanzados, na prova da permutação.

No gráfico a seguir pode-se ver o desempenho dos participantes na prova da probabilidade. Pode-se ver que os participantes avançados tiveram um desempenho superior nas questões que exigiam um nível cognitivo mais avançado.

GRÁFICO 19 – PROVA DA PROBALIDADE



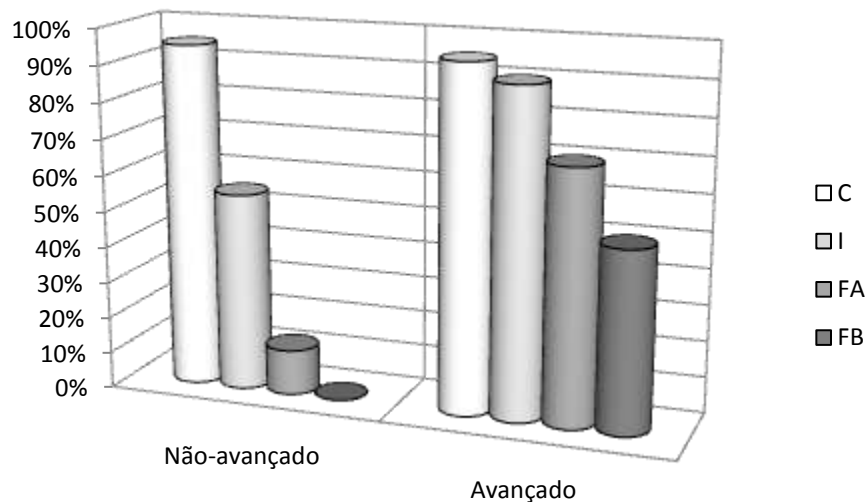
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Para testar estas diferenças, foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) para k amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 134-147). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não avançados. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes avançados no xadrez será superior ao desempenho dos enxadristas não-avanzados na prova da probabilidade da EDPL. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral com $gl = 3$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de $\chi^2 = 24$. Consultando a Tabela C de Siegel, verificou-se o valor de 7,82. Como o valor observado é maior que o valor dado pela Tabela C, H_0 foi rejeitada, ou seja, existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não-avanzados, na prova da probabilidade.

Na prova da oscilação do pêndulo, de nível formal B, todos os participantes tiveram o mesmo desempenho, obtendo 50% dos pontos possíveis.

No gráfico a seguir pode-se ver o desempenho dos participantes na prova das curvas mecânicas. Pode-se ver que o desempenho dos participantes avançados foi superior nas questões de nível formal.

GRÁFICO 20 – PROVA DAS CURVAS MECÂNICAS

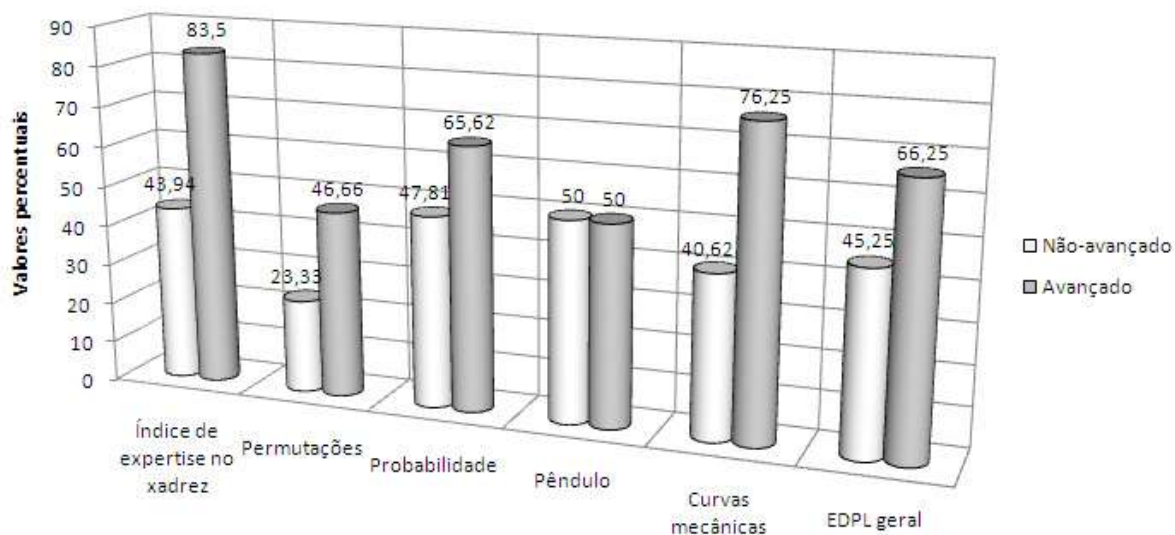


FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Para testar estas diferenças, foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) para duas amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 134-147). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não avançados na prova das curvas mecânicas. A hipótese alternativa (H_1) é que os desempenhos dos participantes avançados no xadrez será superior ao desempenho dos enxadristas não-avanzados. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$ unilateral com $gl = 3$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de $X^2 = 60,82$. Consultando a Tabela C de Siegel, verificou-se o valor de 7,82. Como o valor observado é maior que o valor dado pela Tabela C, H_0 foi rejeitada, ou seja, existe diferença entre os desempenhos dos participantes avançados e não-avanzados, na prova das curvas mecânicas.

O gráfico a seguir sintetiza o índice de expertise no xadrez e o desempenho dos participantes nas quatro provas da EDPL que exigem nível cognitivo formal para resolução, bem como o desempenho geral na EDPL.

GRÁFICO 21 – DESEMPENHO NAS PROVAS FORMAIS



FONTE: Elaborado pelo autor.

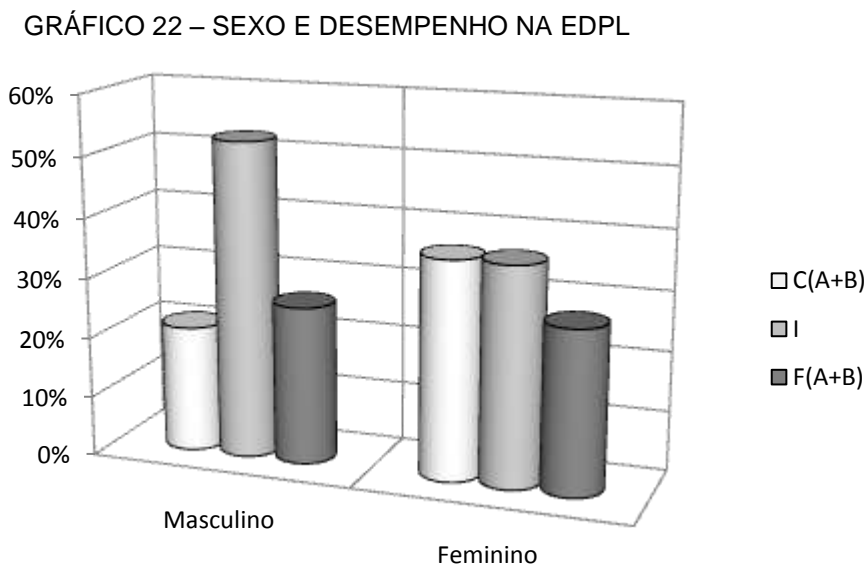
O índice de expertise no xadrez mostra que o grupo de avançados no xadrez teve desempenho, no tocante ao conhecimento do xadrez, de 47,38%³⁶ superior ao grupo de não-avançados no xadrez.

Das quatro provas da EDPL que exigem nível cognitivo formal, os participantes avançados no xadrez tiveram desempenho superior em três delas: permutações, com desempenho 50% superior; probabilidade, com desempenho 27,15% superior; e curvas mecânicas, com desempenho 46,73% superior. No entanto, deve-se destacar que na prova do pêndulo o desempenho dos dois grupos foi idêntico. Pode-se ver que o desempenho geral na EDPL foi superior 31,7% para os avançados no xadrez. Nas quatro provas que exigem nível cognitivo formal, o desempenho dos avançados no xadrez foi 30,97% superior ao desempenho dos não-avançados.

³⁶ Cálculo feito da seguinte forma: $43,94 \times 100 \div 83,5 = 52,62 - 100 = - 47,38$.

6.1.3 Comparações entre sexo, idade e série na EDPL

No gráfico a seguir pode-se observar a distribuição dos participantes quanto ao sexo e o desempenho na EDPL.



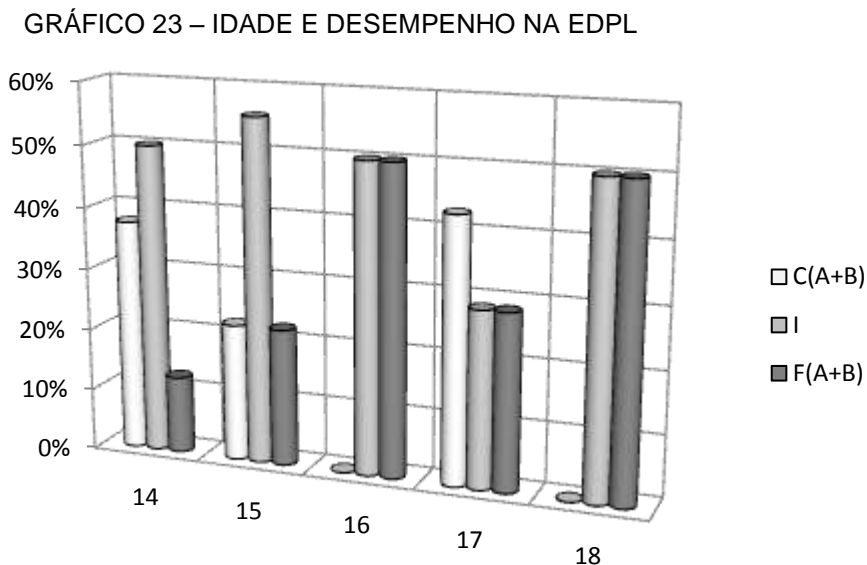
FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se ver no gráfico que, no sexo masculino, houve um predomínio do nível cognitivo intermediário, com 52,63%, já para o sexo feminino, os níveis predominantes foram o concreto e o intermediário, com 36,36% cada. No nível formal, o mais avançado, houve uma ligeira vantagem para o sexo feminino, com 27,27% contra 26,31% do sexo masculino.

Para testar a significância das diferenças observadas no gráfico anterior, foi aplicado o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para duas amostras independentes (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 153-155). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes do sexo masculino e feminino. A hipótese alternativa (H_1) é que há diferença. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,025$ bilateral). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de -0,602. Consultando a Tabela A de Siegel (com $m > 10$ e $n > 10$), verificou-se que o teste

forneceu o valor 0,2676. Como este valor deve ser dobrado porque o teste é bilateral, tem-se o valor 0,5352 que está fora da região de rejeição. Assim, não se rejeitou H_0 .

No gráfico a seguir pode-se ver a distribuição dos participantes quanto a idade e o desempenho na EDPL.



FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se ver neste gráfico que aos 14 anos apenas 12,5% dos participantes apresentaram o nível formal, enquanto que aos 15 anos o percentual aumentou para 22,22%. Aos 16 anos 50% dos participantes apresentaram nível formal, e aos 17 anos o percentual baixou para 28,57%, e, aos 18 anos, o percentual voltou para 50%. Pode-se afirmar que a maior incidência do pensamento formal ocorreu dos 16 aos 18 anos.

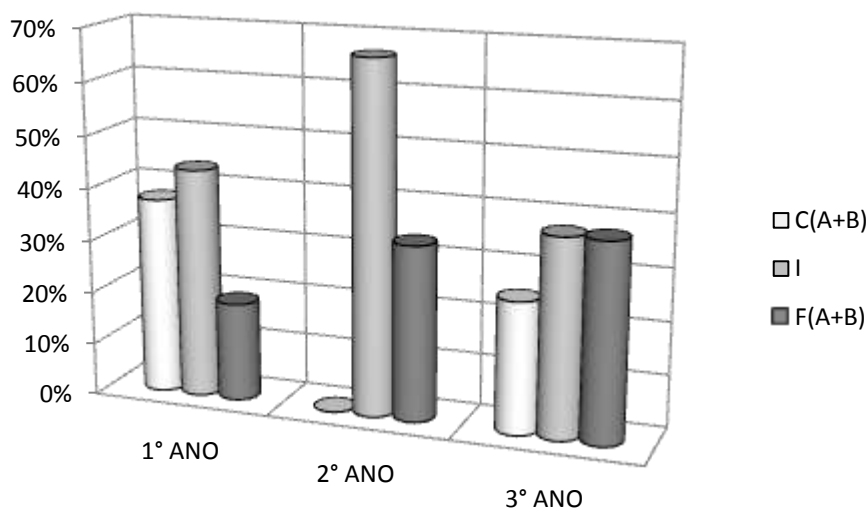
Para testar a significância das diferenças observadas no gráfico anterior, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis por postos (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 235-242). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes nas diferentes idades, na EDPL. A hipótese alternativa (H_1) é que há diferença. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de 5,43. Consultada a Tabela C de Siegel verificou-se que o valor $Kw = 9,49$ com $gl = 5 - 1 = 4$, tem probabilidade de ocorrência, quando H_0 é

verdadeira, de $p < 0,05$. Então, como o valor obtido de Kw (5,43) não excede 9,49, não se rejeitou H_0 .

No gráfico a seguir pode-se ver a distribuição dos participantes de acordo com o desempenho na EDPL e a série escolar do Ensino Médio.

Pode-se notar neste gráfico que no primeiro ano houve um predomínio do nível cognitivo intermediário, com 43,75%. No segundo ano também houve predomínio do nível intermediário, com 66,66%. Já no terceiro ano houve um empate entre os níveis intermediário e formal, com 37,5%. Observando somente o nível formal no três anos, pode-se ver que houve um aumento gradativo: 1º ano = 18,75%; 2º ano = 33,33%; e 3º ano = 37,50%.

GRÁFICO 24 – SÉRIE ESCOLAR E DESEMPENHO NA EDPL



FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Para testar a significância das diferenças observadas no gráfico anterior, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis por postos (SIEGEL; CASTELLAN, 2006, p. 235-242). A hipótese nula (H_0) é que não existe diferença entre os desempenhos dos participantes nas diferentes idades, na EDPL. A hipótese alternativa (H_1) é que há diferença. O nível de significância escolhido foi de 95% (então $\alpha = 0,05$). Efetuados os cálculos, obteve-se um valor de 2. Consultada a Tabela C de Siegel verificou-se que o valor $Kw = 5,99$ com $gl = 3 - 1 = 2$, tem probabilidade de ocorrência, quando H_0 é verdadeira, de $p < 0,05$. Então, como o valor obtido de Kw (2) não excede 5,99, não se rejeitou H_0 .

6.1.4 Torneio de xadrez com os avançados

Uma vez que se acredita que é necessário o pensamento formal para jogar bem xadrez, e que três participantes classificados como avançados no xadrez foram qualificados como não-formais (concreto e intermediário) e na EDPL, o torneio teve por objetivo investigar se os desempenhos na EDPL e no torneio destes três participantes seriam semelhantes, em outras palavras, se estes três participantes ocupariam as últimas posições no torneio.

Na tabela a seguir pode-se ver o número do participante, seu desempenho na EDPL, sua colocação esperada no torneio tomando-se por base o seu desempenho na EDPL, sua colocação real no torneio, e sua oscilação.

TABELA 25 – TORNEIO DE XADREZ E EDPL

PARTIC.	EDPL	COL. ESP.	COL.	OSC.³⁷
A10	FB (28)	1° a 2°	1°	= 0
A8	FB (28)	1° a 2°	6°/7°	↓ 4
A5	FB (26)	3°	5°	↓ 2
A9	FA (19)	4° a 5°	9°	↓ 4
A1	FA (19)	4° a 5°	2°	↑ 2
A3	FA (18)	6° a 7°	4°	↑ 2
A6	FA (18)	6° a 7°	6°/7°	= 0
A4	I (16)	8°	10°	↓ 2
A2	CB (9,5)	9°	3°	↑ 6
A7	CA (4)	10°	8°	↑ 2

FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Pode-se ver que, dos três participantes que tiveram o pior desempenho na EDPL (A4, A2 e A7), A7 e A4 terminaram o torneio nas posições 8° e 10° o que é consistente com seu desempenho na EDPL.

No entanto, o que causa surpresa é o participante A2, cuja classificação na EDPL foi de nível concreto, terminar o torneio ocupando a 3° colocação.

O quadro a seguir resume as hipóteses, os testes estatísticos e o nível de confiança utilizados neste estudo.

³⁷ Oscilação: (=) não houve oscilação, pois a colocação e a colocação esperada são iguais; (↑) oscilação para cima, pois a colocação é superior à colocação esperada; (↓) oscilação para baixo, pois a colocação é inferior à colocação esperada.

QUADRO 35 – HIPÓTESES E TESTES ESTATÍSTICOS





N	COMPARAÇÕES	HIPÓTESES	TESTE ESTATÍSTICO	CONCLUSÕES
1	Entre básicos e intermediários, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas básicos e intermediários. H_1 = Os enxadristas intermediários têm melhor desempenho do que os básicos.	Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 não rejeitada
2	Entre avançados e não-avançados (básicos e intermediários), na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas avançados e não-avançados (básicos e intermediários). H_1 = Os enxadristas avançados têm melhor desempenho do que os não-avançados.	Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 rejeitada
3	Entre avançados e não-avançados, na prova da conservação, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas avançados e não-avançados na prova da conservação. H_1 = Os enxadristas avançados têm melhor desempenho do que os não avançados, na prova da conservação.	Qui-quadrado (X^2) para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 não rejeitada
4	Entre avançados e não-avançados, na prova da permutação, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas avançados e não-avançados na prova da permutação. H_1 = Os enxadristas avançados têm melhor desempenho do que os não avançados, na prova da permutação.	Qui-quadrado (X^2) para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 rejeitada
5	Entre avançados e não-avançados, na prova da probabilidade, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas avançados e não-avançados na prova da probabilidade. H_1 = Os enxadristas avançados têm melhor desempenho do que os não avançados, na prova da probabilidade.	Qui-quadrado (X^2) para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 rejeitada
6	Entre avançados e não-avançados, na prova das curvas mecânicas, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos enxadristas avançados e não-avançados na prova das curvas mecânicas. H_1 = Os enxadristas avançados têm melhor desempenho do que os não avançados, na prova das curvas mecânicas.	Qui-quadrado (X^2) para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 rejeitada
7	Entre os alunos do sexo masculino e feminino, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos alunos do sexo masculino e feminino. H_1 = Há diferença.	Wilcoxon-Mann-Whitney para 2 amostras independentes 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 não rejeitada
8	Entre idades, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos participantes, no tocante às idades. H_1 = Há diferença.	Kruskal-Wallis por postos 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 não rejeitada
9	Entre séries, na EDPL	H_0 = Não existe diferença entre o desempenho dos participantes no tocante às séries. H_1 = Há diferença.	Kruskal-Wallis por postos 95% ($\alpha = 0,05$)	H_0 não rejeitada

FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

7 DISCUSSÃO

Ao se discutir as relações entre o nível enxadrístico e o pensamento formal, pode-se identificar quatro possibilidades, conforme apresentado no quadro a seguir.

QUADRO 36 – RELAÇÃO ENTRE O NÍVEL ENXADRÍSTICO E PENSAMENTO FORMAL

N	Tipo de Relação	Símbolo	Valor
1	Avançado e formal		V
2	Avançado e não-formal		F
3	Não-avançado e formal		V
4	Não-avançado e não-formal		V

FONTE: Elaborado pelo pesquisador.

As relações 1 e 2 são as estudadas nesta pesquisa, e se uma for verdadeira, a outra deverá, necessariamente, ser falsa. Dessa forma, segundo a hipótese desta pesquisa, os participantes avançados no xadrez, na sua maioria, devem apresentar um nível cognitivo formal (relação 1), e inversamente, não devem ser encontrados majoritariamente dentre os participantes avançados, níveis cognitivos não-formais, ou seja, concreto e intermediário (relação 2).

Os dados obtidos com os participantes classificados como avançados no xadrez são consistentes com as relações 1 e 2, pois 70% tiveram desempenho cognitivo formal na EDPL (relação 1), e, respectivamente, 30% obtiveram desempenho cognitivo não-formal na EDPL (relação 2).

As relações 3 e 4 são verdadeiras, pois dentre os participantes classificados como não-avançados no xadrez (básicos e intermediários) deve haver aqueles que apresentem o pensamento formal (relação 3), pois jogar bem xadrez não é uma condição *sine qua non* para o desenvolvimento do pensamento formal, senão somente

enxadristas atingiriam este pensamento, o que evidentemente não é verdade. Da mesma forma, como diz a relação 4, é perfeitamente normal um participante possuir um nível enxadrístico básico ou intermediário (não-avançado) e não ter um nível cognitivo formal.

Os dados obtidos com os participantes classificados como não-avançados no xadrez (básicos e intermediários) estão de acordo com as relações 3 e 4, pois 95% tiveram desempenho não-formal (relação 4), e respectivamente 5% apresentou nível cognitivo formal (relação 3).

Os dados apresentados revelam que o desempenho geral na EDPL dos avançados no xadrez foi superior 31,7% se comparado aos não-avançados. Das quatro provas da EDPL que exigem nível cognitivo formal, os participantes avançados no xadrez tiveram desempenho superior em três delas: permutações, com desempenho 50% superior; probabilidade, com desempenho 27,15% superior; e curvas mecânicas, com desempenho 46,73% superior. Considerando o resultado geral nessas quatro provas que exigem nível cognitivo formal, os participantes avançados no xadrez tiveram desempenho 30,97% superior ao desempenho dos não-avançados. No entanto, deve-se destacar que na prova do pêndulo o desempenho dos dois grupos foi idêntico.

Com relação à variável sexo, que na pesquisa de Macedo (1983, p. 201) se mostrou ser relevante, em nosso estudo não demonstrou ser importante, pois não foi encontrada diferença significativa entre os grupos do sexo masculino e feminino na EDPL. A hipótese alternativa foi formulada tomando-se por base a existência de diferenças quantitativas e qualitativas no desempenho no jogo de xadrez nos dois sexos.

Com relação às diferenças quantitativas, pode-se afirmar que o número de homens que praticam xadrez é bem maior que o número de mulheres. Uma pesquisa feita na Holanda nos anos de 1997 e 1998, intitulada *Queen's move*, (KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, 2000, p. 48) mostra que apenas 5,13% dos praticantes do jogo de xadrez eram do sexo feminino. Para outros jogos de tabuleiro, como damas e go, o número de mulheres praticantes também foi bastante baixo (3,7% e 7,37% respectivamente).

No Brasil, segundo os dados da Confederação Brasileira de Xadrez (CBX)³⁸ de outubro de 2009, há 12.523 jogadores cadastrados, dos quais 10.454 (83,47%) são do sexo masculino e 2.069 (16,52%) são do sexo feminino.

No que tange às diferenças qualitativas, pode-se dizer que, em nível competitivo, os homens jogam melhor xadrez do que as mulheres. Os dados de novembro de 2009 da Federação Internacional de Xadrez (Fide)³⁹ mostram que dentre os 100 melhores jogadores do mundo há somente uma mulher, a húngara Judith Polgar, que ocupa a 48ª posição.

Ao se considerar o rating como medida de desempenho enxadrístico, Chabris e Glickman (2006, p. 13) afirmam que há uma diferença média de 150 a 200 pontos de rating em favor dos homens, uma vantagem muito significativa para o sexo masculino. Considerando-se os dados atuais da Fide sobre os 100 melhores jogadores do sexo masculino e feminino, essa diferença é ainda maior, pois o rating médio dos 100 melhores homens é de 2688, enquanto que o rating médio das 100 melhores mulheres é de 2440, portanto com diferença de 248 pontos em favor dos homens.

Chabris e Glickman (2006, p. 3), ao estudar as diferenças sexuais do funcionamento intelectual em jogadores competitivos de xadrez, afirmam que é possível que exista alguma diferença inata na capacidade de homens e mulheres em geral no que concerne a habilidade requerida para jogar bem xadrez, pois homens e mulheres diferenciam-se em sua capacidade para jogar xadrez em todos os grupos de idades.

No entanto, outros autores (BILALIC´ *et al.*, 2008, p. 1163), afirmam que, mesmo que tais diferenças existam, não está claro quais habilidades intelectuais estão associadas com o xadrez. Estes pesquisadores fornecem uma explicação alternativa e afirmam que a grande discrepância no alto desempenho de homens e mulheres no xadrez pode ser atribuída a um simples fato estatístico: são encontrados valores mais extremos em grandes populações. “Once participation rates of men and women are controlled for, there is little left for biological, environmental, cultural or other factors to explain.”

³⁸ Disponível em: http://www.cbx.org.br/_site/index.php?cbx=rating (acesso em: 4/11/2009).

³⁹ <http://ratings.fide.com/> (acesso em: 4/11/2009).

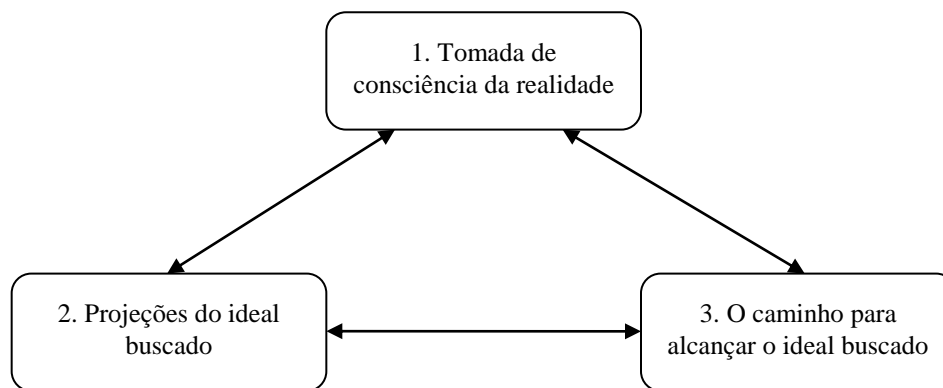
As variáveis idade e série também não se mostraram relevantes, pois não foram encontradas diferenças significantes no tocante a idade, série e desempenho na EDPL. Estes dados são consistentes com os dados encontrados por Macedo (1983, p. 198 e 202).

No entanto, deve-se mencionar que nossos grupos não foram homogêneos no tocante às variáveis sexo, idade e série, pois o critério para seleção dos participantes foi o seu grau de conhecimento do xadrez.

A relação entre nível enxadrístico e pensamento formal é melhor compreendida ao se observar o processo de escolha de bons lances feito pelos participantes, bem como seus erros típicos. Nesse sentido, os conceitos de real, possíveis e necessário, bem como as características do pensamento formal, são particularmente úteis.

Como já foi ressaltado anteriormente, o processo para escolha de bons lances no xadrez, segundo o Grande Mestre Internacional de xadrez Jaime Sunye, é composto de três etapas principais: 1) antes de efetuar seu lance o enxadrista toma consciência da realidade; 2) a seguir efetua as projeções do ideal buscado; 3) finalmente busca identificar o caminho para alcançar o ideal buscado. O processo é mostrado na figura a seguir.

FIGURA 60 – A PLANIFICAÇÃO NO XADREZ SEGUNDO JAIME SUNYE



FONTE: Elaborado pelo autor a partir de discussões com Jaime Sunye⁴⁰.

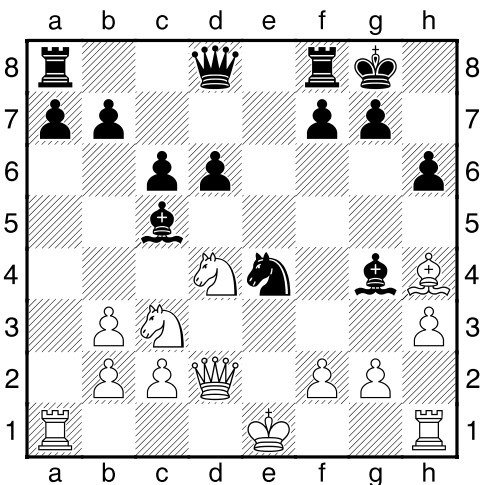
⁴⁰ Grande Mestre Internacional e heptacampeão brasileiro de xadrez.

Estes três passos descritos por Sunye guardam estreita relação com os conceitos de real, possíveis e necessário. A tomada de consciência da realidade relaciona-se com o real, as projeções do ideal buscado relacionam-se com os possíveis, o caminho para alcançar o ideal buscado relaciona-se com o necessário.

Em uma partida de xadrez o real representa, além do tabuleiro e das peças, o que se pode e o que não se pode fazer com as peças, que é determinado pelas regras oficiais do jogo, e a cada lance que o jogador faz o real é modificado.

Como exemplo, a figura a seguir representa o real para o participante avançado A10 antes de efetuar o 14º lance da sua partida contra o computador.

FIGURA 61 – O REAL NO 14º LANCE NA PARTIDA DE A10 CONTRA O COMPUTADOR



Conforme se pode ver nesta figura, o real neste momento é formado pelo tabuleiro com as 27 peças (13 brancas e 14 pretas), bem como as possibilidades de movimento e capturas das peças, que é dado pelas regras oficiais do xadrez.

Os possíveis no jogo de xadrez representam as diversas alternativas que o jogador projeta em sua mente a partir do real, ou seja, a partir da posição concreta que se encontra na sua frente.

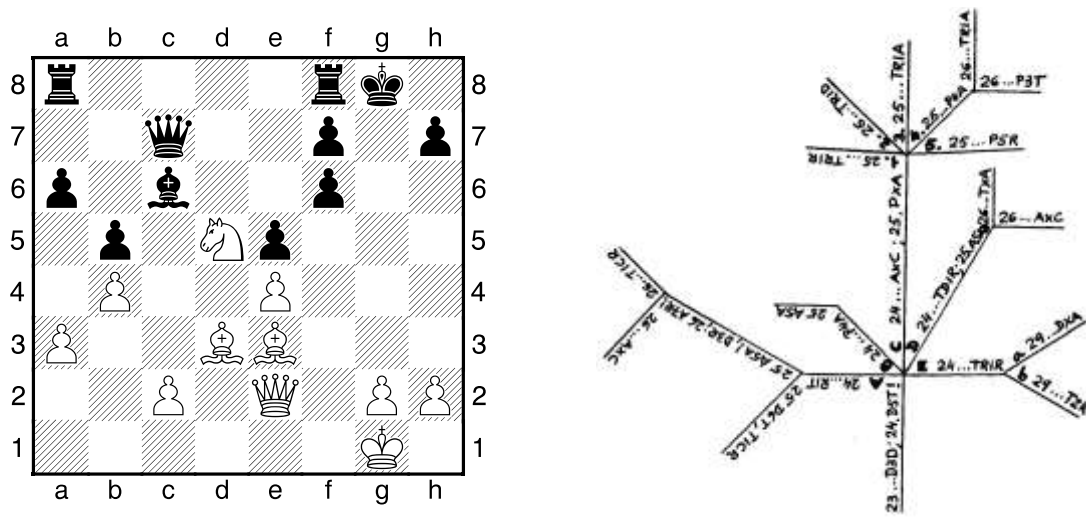
Mas para lidar com os possíveis, o sujeito precisa de um instrumento para gerá-lo, e esse instrumento é uma combinatória, ou seja, um procedimento para combinar elementos que, diante de uma situação determinada, permite ao sujeito a produção dos casos possíveis. Assim, para conceber os possíveis, o pensamento formal é obrigado a

dispor, em cada situação específica, de uma grande amplitude de operações virtuais (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 193).

No jogo de xadrez, a produção dos casos possíveis é feita gerando-se a “árvore” dos lances candidatos, conforme pode ser visto na figura a seguir. A árvore, representada pela figura da direita, está baseada na posição de uma partida que pode ser vista na figura da esquerda.

Na árvore pode-se ver a exploração das alternativas possíveis para o jogador das pretas.

FIGURA 62 – A ÁRVORE DOS LANCES CANDIDATOS



FONTE: KOTOV (1985, p. 24 e 27).

Ao analisar complicadas variantes, deve-se examinar cada ramo da árvore uma só vez, portanto não se deve andar para frente e para trás perdendo tempo repassando os lances. (KOTOV, 1985, p. 24-27).

Mas ao se chega a profundidade do quinto ou sexto lance, os cálculos tornam-se muito complexos em virtude do grande número de lances possíveis. Dessa forma, a possibilidade de errar aumenta à medida que se olha mais longe.

Assim, é essencial limitar o número de alternativas no início de cada passo podendo a árvore de decisão ou a análise nunca será aprofundada o suficiente para se obter algo útil. Dessa forma, deve-se buscar o equilíbrio entre profundidade e amplitude. (KASPAROV, 2007, p. 173-174).

Devido à grande quantidade de galhos da árvore e da capacidade limitada da memória de trabalho humana, os enxadristas, ao invés de calcularem toda a árvore de lances possíveis, utilizam o mecanismo de avaliação para “podar” os galhos considerados desinteressantes para atingir a meta definida. Descartando as linhas consideradas não interessantes, é possível calcular poucas linhas da árvore com altura maior. (FERREIRA, 2009, p. 33).

No quadro a seguir pode-se ver que o conjunto dos possíveis de A10, no 14º lance, é formado por 46 alternativas.

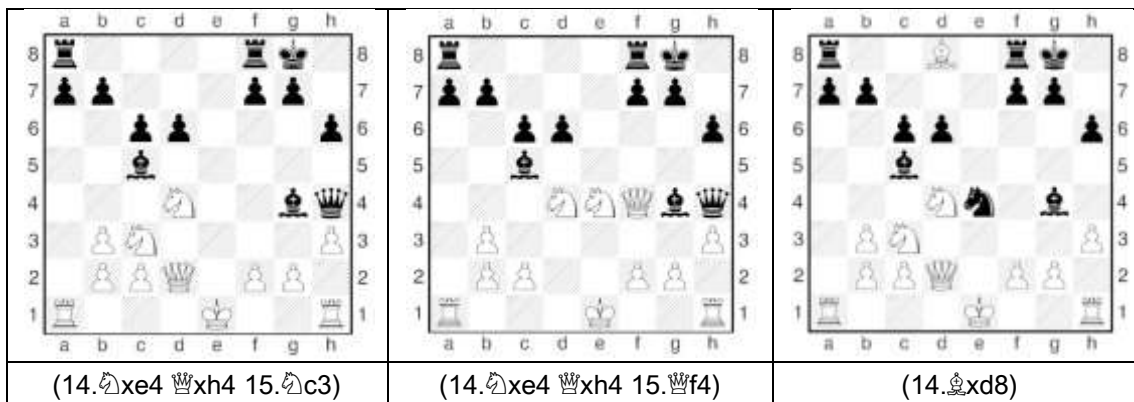
QUADRO 37 – O CONJUNTO DOS POSSÍVEIS DE A10 CONTRA O COMPUTADOR

PEÇA	LANCES
(1) ♔	2
(1) ♚	8
(2) ♖	12
(1) ♗	5
(2) ♘	14
(6) ♙	5
T=13	T=46

FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

No entanto, a maioria das alternativas em uma posição não são bons lances, sendo que em uma posição típica há em média 20 alternativas e somente dois bons lances (DE GROOT, 1946, p. 25). Da mesma forma, das 46 alternativas possíveis da partida de A10 contra o computador, havia somente dois bons lances, sendo que um deles foi o escolhido pelo participante A10. O outro, que não foi cogitado por A10, era ter capturado o bispo de g4 jogando 14.hxg4 o que deixaria a avaliação em -0,61 favorável ao computador, a mesma avaliação para o lance que A10 fez (14.♙xd8). Na figura a seguir podem-se ver os possíveis verbalizados pelo participante A10.

FIGURA 63 – OS POSSÍVEIS VERBALIZADOS POR A10



FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Isto não quer dizer que o participante A10 não seja capaz de encontrar todas as 46 alternativas existentes nesta posição, o que de fato seria uma tarefa muito fácil para ele. O que ocorre, conforme já foi dito, é que o participante avançado ao invés de abrir muito a “árvore dos possíveis”, considera poucas alternativas e opta por aprofundá-las.

O processo de geração dos possíveis deve ser complementado por um procedimento que permita avaliar estes possíveis por intermédio do estabelecimento de relações necessárias que permitam efetuar as melhores escolhas durante a partida.

Dessa forma, o necessário no jogo de xadrez representa as exclusões que o enxadrista tem que fazer, observando as regras e o objetivo do jogo, verificando assim se os possíveis que foram projetados são exeqüíveis ou não (impossível), ou ainda se não há nenhuma possibilidade que deixe a posição resultante favorável para o adversário.

Assim, antes de se fazer um lance no xadrez, deve-se considerar a reação do adversário, a sua resposta a essa reação, e assim por diante. Este processo pode ser resumido basicamente por uma série de declarações “se...então”. “Se ele capturar meu peão, moverei meu cavalo para e5. Então, se ele atacar meu cavalo, sacrificarei meu bispo. Então se...”. (KASPAROV, 2007, p. 46-47).

A conexão marcada pelas palavras “se...então” (implicação inferencial) consiste em ligar uma consequência necessária a uma afirmação simplesmente possível: é esta síntese do necessário e do possível que caracteriza o emprego desse possível no pensamento formal. (INHELDER; PIAGET, 1955, p. 193).

Portanto, uma característica importante do pensamento no xadrez decorre da necessidade do jogador ter que antecipar o que pode acontecer (se...então). Assim, a escolha de uma boa jogada repousa em grande parte sobre as possibilidades previstas e sobre a avaliação dos seus resultados previstos. (DE GROOT, 1946, p. 336).

Por isso, a capacidade de gerar hipóteses, testá-las e abandonar rapidamente uma hipótese de evidência incompatível a fim de reajustá-la, modificá-la ou trocá-la por outra é uma característica importante no xadrez. (DE GROOT, 1946, p. 358).

O processo de estabelecimento das relações necessárias, visto de maneira ideal, pode ser representado pelo teorema minimax, que foi desenvolvido pelo matemático John Von Neumann, em 1928 (VON NEUMANN; MORGENSTERN, 1944), e postula que se pode atribuir a cada jogo finito, de duas pessoas, de soma zero, como o xadrez, um valor V , que é a quantia média que o jogador I pode esperar ganhar do jogador II, se ambos atuarem sensatamente. Von Neumann fez essa afirmação baseado nas seguintes razões:

1) Há uma estratégia que o jogador I pode adotar e que lhe assegurará a vantagem referida; contra essa estratégia, nada que o jogador II possa fazer impedirá o jogador I de ganho médio igual a V . Conseqüentemente, *o jogador I não se contentará com nada menos que V .*

2) Há uma estratégia que o jogador II pode adotar e que lhe assegurará não perder mais que a quantia média de V ; em outras palavras, *o jogador I pode ser impedido de ganhar mais do que V .*

3) Como o jogador II deseja reduzir ao mínimo suas perdas, *ele está motivado para fazer com que o ganho médio do jogador I se limite a V .* (DAVIS, 1973, p. 54; CASTI, 1999, p. 38; BÊRNI, 2004, p. 28-29).

Assim, de acordo com o teorema minimax, o jogador I deverá escolher uma jogada que *maximize* suas chances de vitória, enquanto que o jogador II deverá optar por um movimento que *minimize* suas perdas.

Na sua partida contra o computador, após considerar o possível 14.♖xe4 o participante A10 justificou da seguinte forma por que não escolheu este possível: *“Pensei em ♖xe4 que forçava ele jogar ♗xh4 (14.♖xe4, ♗xh4) e aqui tem uma grande variedade de posições...eu podia tentar tirar o cavalo (d4), tirar esse (cavalo de e4 para c3), mas eu acabava ficando com o rei no centro, foi o que não me agradou.”* Uma vez que o participante A10 buscava um resultado favorável para si, ele estabeleceu relações necessárias entre o possível (o lance considerado) e um resultado favorável para si, que seria a vitória ou pelo menos o empate. Ao observar as discrepâncias entre o ideal projetado e os caminhos concretos que o possível considerado conduziria, o participante A10 descartou este possível.

O outro possível considerado pelo participante A10 foi 15.♗f4 (14.♖xe4 ♗xh4 15.♗f4) o que deixaria o computador com vantagem de -3,17 somente neste lance. O participante justificou da seguinte forma por que descartou este possível: *“Eu podia jogar aqui (15.♗f4) e cravar o bispo dele, mas caía o meu cavalo (15..., ♙xd4), eu jogava um c3 pra depois capturar lá (em g4), porque está defendido em f2. Mas não era agradável também, porque se ele simplesmente captura em f2. Mostra a seguinte seqüência: 14.♖xe4 ♗xh4 15.♗f4 ♙xd4 16.c3 ♙xf2+ 17.♖xf2 ♗fe8+ 18.♙f1 [se 17.♙d2, ♗e2+ e captura o cavalo]; 18...♗e2. Fica extremamente confusa a posição...eu não posso tomar de dama (19.♗xg4), mas eu posso tomar de cavalo (19.♖xg4). A posição ficaria muito confusa.”*

Aqui novamente o participante A10 descartou o possível 15.♗f4 por não ir de encontro ao ideal buscado. Conforme ele mesmo disse: *“A posição ficaria muito confusa.”*

O terceiro possível considerado pelo participante A10 foi o lance que jogou na partida 14.♙xd8, que, junto com o primeiro possível considerado, são os dois melhores lances nesta posição.

Este esquema resumido pode ser visto no quadro a seguir, que foi feito utilizando um fragmento do protocolo da partida do participante avançado 10 contra o computador.

QUADRO 38 – REAL, POSSÍVEIS E NECESSÁRIO NO XADREZ

O Real	Os Possíveis	O Necessário
	 (14. ♗xe4 ♕xh4 15. ♖c3)	<i>“eu acabava ficando com o rei no centro, foi o que não me agradou.”</i>
	 (14. ♗xe4 ♕xh4 15. ♕f4)	<i>“não era agradável também, porque se ele simplesmente captura em f2.”</i>
	 (14. ♕xd8)	Após descartar as alternativas anteriores o participante opta por trocar as damas, para evitar complicações.
Tomada de consciência da realidade	Projeções do ideal buscado	O caminho para alcançar o ideal buscado

FONTE: Elaborado a partir dos dados do volume 2.

Neste quadro pode-se ver o real num dado momento da partida do participante A10 contra o computador, antes de efetuar o lance 14. Nesta posição, o computador acabou de jogar 13... ♗xe4, o que foi uma grande surpresa para o participante. Diante desse golpe tático, A10 gerou três possibilidades: a) 14. ♗xe4 ♕xh4 15. ♖c3; b) 14. ♗xe4 ♕xh4 15. ♕f4; e c) 14. ♕xd8 dentro de um universo de 46 alternativas possíveis. As três alternativas foram submetidas ao escrutínio das relações necessárias para maximizar as vantagens de A10 e minimizar suas perdas. Após isto, A10 optou pelo lance 14. ♕xd8 que era, juntamente com o lance 14. hxc4, a melhor alternativa nesta posição.

Agora será discutido o erro no xadrez tomando por base os conceitos de real, possíveis e necessário. O jogo de xadrez é classificado pela Teoria dos Jogos⁴¹ como um jogo de informação perfeita e de soma zero. A expressão soma zero deriva de jogos de salão, como o pôquer, onde a soma dos ganhos é igual a soma das perdas (a soma é sempre zero). Neste sentido, a vantagem que um jogador possui no xadrez tem de ser igual à desvantagem do adversário. Se ocorrer um jogo perfeito por parte dos jogadores, é provável que a partida termine empatada.

⁴¹ Teoria dos Jogos é um ramo da matemática aplicada que estuda situações estratégicas onde jogadores escolhem diferentes ações na tentativa de melhorar seu retorno.

Assim, para vencer uma partida de xadrez, o jogador deve errar menos que seu adversário, ou, como disse Anatoly Karpov, “em geral vence a partida quem comete o penúltimo erro, já que o último causa a derrota”.

Ao se pensar o erro pela ótica dos conceitos real, possíveis e necessário, pode-se identificar três tipos de erros no xadrez: o primeiro é o erro no plano do real, e ocorre quando o participante assimila apenas uma parte do real. Ao assimilar apenas uma parte do real o participante vê algumas peças e não outras, percebendo apenas algumas relações enxadrísticas de ataque e defesa e não outras. Conforme já destacou Piaget no seu estudo envolvendo o jogo de xadrez simplificado, as relações espaciais de vizinhança prevalecem sobre as de sucessão temporal.

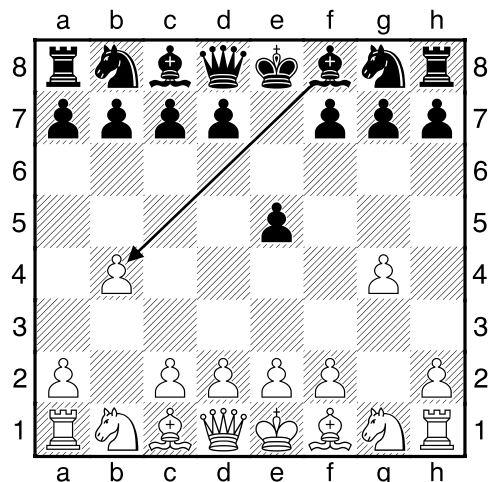
Essa prioridade do espacial sobre o temporal se explica pelas asserções bem conhecidas de Leibniz, segundo as quais o espaço constitui a ordem das simultaneidades e o tempo, a ordem das sucessões. Portanto, psicologicamente, o simultâneo observável (por oposição ao inferido) é mais simples que o sucessivo, que supõe ao mesmo tempo as antecipações daquilo que se produzirá e as reconstituições retroativas do que já foi produzido. (PIAGET, 1980, p. 67).

Dessa forma, é mais fácil para o enxadrista ver o que está próximo da peça que pretende jogar (as relações espaciais de vizinhança) do que efetuar as antecipações das conseqüências que a sua jogada produzirá bem como reconstruir o que já foi produzido (as relações de sucessão temporal).

Macedo (1997, p. 37) também destaca que o processo de pensamento do jogador pela busca da melhor jogada envolve uma dimensão temporal de caráter implicativo (se...então) que articula três “tempos” nos jogos: a) presente (ação), b) passado (retroação), e c) futuro (proação). Adotando essa abordagem para explicar a escolha de boas jogadas que levam ao êxito no xadrez, pode-se dizer que antes de efetuar sua jogada (a ação presente), o jogador deve, necessariamente, levar em conta o que seu adversário jogou (a ação passada), e tentar antecipar o mais precisamente possível as respostas relevantes do adversário e suas réplicas (a ação futura). Não havendo esse rigor no raciocínio o jogador incorrerá no erro.

Como exemplo deste erro, pode-se citar a jogada em que o participante põe sua peça em uma casa e não percebe que poderá ser capturada. Na figura a seguir pode-se ver um exemplo deste tipo de erro.

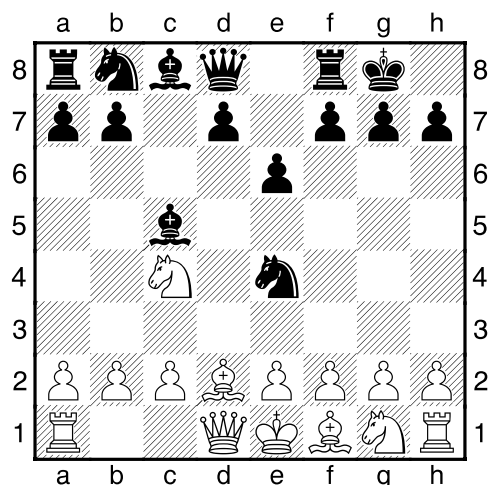
FIGURA 64 – ERRO NO PLANO DO REAL



Nesta posição o participante B3 fez a jogada 2.g4 e não percebeu que o bispo em c8 estava ameaçando seu peão em b4. Este tipo de erro é comum quando a peça que irá capturar tem um raio de ação longo, como o bispo, e pode capturar à distância. A dificuldade dos participantes não-avançados (básicos e intermediários) em assimilar o real pode ser constatado pelo domínio das regras básicas do xadrez, que foi de apenas 8,33% para os básicos, e 52,49% para os intermediários.

O segundo é o erro no plano dos possíveis, que ocorre quando o participante gera um subconjunto do possível e neste não estão as melhores alternativas. Desta forma, como o erro é um dos possíveis, e se não forem estabelecidas as relações necessárias o erro não é percebido como tal. Os erros que conduziram ao xeque-mate são exemplos de limitações tanto nos possíveis quanto no necessário. Na figura a seguir pode-se ver o real para o participante B1 antes da geração do possível 7.♘f3, que levou ao xeque-mate com 7...♙xf2.

FIGURA 65 – ERRO NO PLANO DOS POSSÍVEIS



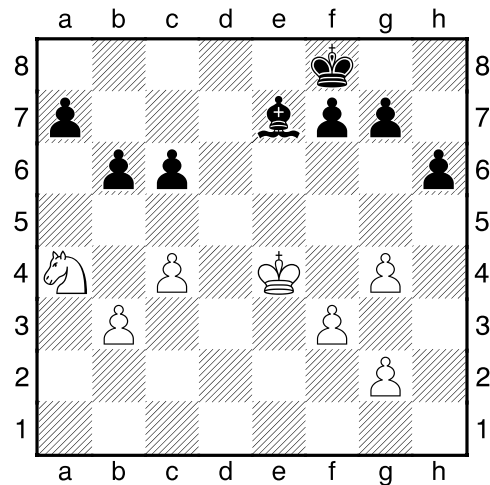
Nesta posição o conjunto total dos possíveis, na perspectiva das peças brancas, é composto por 32 possíveis, sendo que destes, em 26 possíveis (81,25%) as brancas perdem a partida imediatamente em um lance.

O participante gerou o possível 7. ♖f3, que está dentro do subconjunto dos lances possíveis que perdem o jogo imediatamente, composto por 81,25% dos possíveis. Deve-se ter em mente que o número de 32 possíveis nesta posição refere-se somente aos possíveis do ponto de vista das peças brancas, o que na teoria dos jogos é chamado de *ply*⁴². Projetar na mente a árvore de um possível com os respectivos *plies* e ainda avaliar adequadamente cada ramo é uma tarefa cognitiva bastante complexa.

Além dos erros no plano do real e dos possíveis, há também o erro no plano do necessário, que ocorre quando o participante falha em estabelecer as relações necessárias entre os possíveis gerados e o objetivo do jogo. Como erros deste tipo pode-se citar os erros de xeque-mate em um ou dois lances feitos pelos participantes não-avançados. Na figura a seguir pode-se ver um erro no plano do necessário feito pelo participante A10 em sua partida contra o computador.

⁴² O termo *ply* refere-se ao movimento de apenas um jogador e é utilizado para clarificar a terminologia em jogos como o xadrez, que muitas vezes utilizam o termo lance ou jogada para designar, ora o movimento de um dos jogadores, ora o movimento dos dois jogadores.

FIGURA 66 – ERRO NO PLANO DO NECESSÁRIO

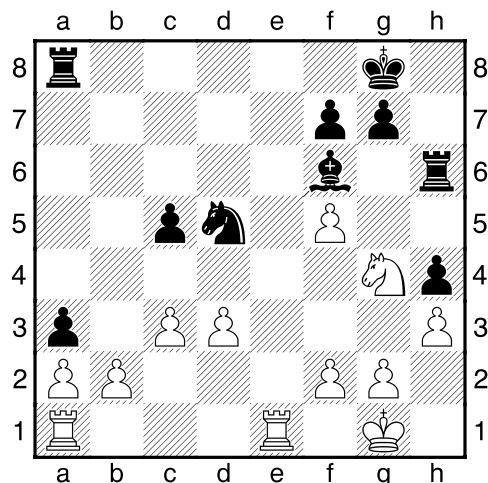


Nesta posição o participante jogou 29.♔e5 porque estabeleceu as seguintes relações necessárias: “era só para evitar ele de mover o bispo ou os peões nessa ala. Joguei para manter espaço e não ficar recuado”. Mas, tendo em vista que o cavalo do participante A10 poderia ser ameaçado pelo peão de b6 e só poderia recuar para b2 ou c3, se o rei estiver em e5 o computador pode jogar o bispo para f6, aplicando xeque e capturando o cavalo em b2 ou c3, como de fato ocorreu.

Resta discutir a noção de impossível no jogo de xadrez. Na figura a seguir pode-se ver o real antes do participante A7 efetuar o 22º lance de sua partida contra o computador, quando ocorreu um erro baseado em uma pseudo-impossibilidade.

O participante gerou três possíveis: 22.bxa3, 22.♘xh6+ e 22.♘xf6+ sendo que optou pela última alternativa.

FIGURA 67 – EXEMPLO DE PSEUDO-IMPOSSIBILIDADE



O participante rejeitou o possível 22.bxa3 afirmando que: “*eu pensei em capturar o peão (bxa3), só que eu vi que ia levar um duplo aqui (♙xc3) e ia perder uma das torres*”. Uma possível realização da seqüência descrita pelo participante pode ser vista a seguir: 22.bxa3 ♙xc3 23.♘hx6+ gxh6 24.♖ab1 ♙xe1 25.♗xe1. No entanto, conforme o software *Fritz* apontou, a partida poderia prosseguir com 25...♗xa3 26.♗e4 ♗xd3 27.♗c4 ♗c3 28.♗xh4 ♔g7 29.a4 c4 30.♔f1 ♗c1+ 31.♔e2 ♗c2+ 32.♔f3 c3⁴³ o que deixaria a avaliação global da posição em -1,78 favorável ao computador, portanto um pouco melhor do que o lance 22.♘xf6+ efetuado pelo participante, que deixou a avaliação em -2,26 favorável ao computador.

O participante também rejeitou o possível 22.♘hx6+ afirmando que: “*eu pensei em tomar a torre dele, com xeque (♘hx6+), só que as peças dele iam ficar meio...se lá...só que as peças dele aqui (do centro)...como ele está atacando mais pro meu lado e estou em perigo (na ala do rei), eu resolvi tomar o bispo dele com xeque*”. Elementos subjetivos podem ser vistos na justificativa do participante para não optar por este possível.

⁴³ Para acompanhar esta seqüência de movimentos basta abrir o CD-ROM que acompanha o volume 2, instalar o software WinBoard, e abrir as pastas: Partidas da Tese, Volume 1, e Capítulo 7. Esta seqüência está intitulada como A7 (Seqüência 1). Para maiores informações, ver o arquivo Leia-me que se encontra no CD-ROM.

No entanto, este possível era perfeitamente jogável, conforme atesta a seguinte seqüência assinalada pelo software *Fritz*, que é quase idêntica a anterior: 22.♖xh6+ gxf6 23.bxa3 ♗xc3 24.♖ab1 ♗xe1 25.♖xe1 ♖xa3 26.♖e4 ♖xd3 27.♖c4 ♖c3 28.♖xh4 ♔g7 29.a4 c4 30.♔f1 ♖c1+ 31.♔e2 ♖c2+ 32.♔f3⁴⁴ o que deixaria a avaliação também em - 1,78 favorável ao computador. Desta forma, duas pseudo-impossibilidades impediram o participante A7 de optar pelas melhores alternativas que dispunha naquele momento.

⁴⁴ No CD-ROM, abrir as pastas: Partidas da Tese, Volume 1, e Capítulo 7. Esta seqüência está intitulada como A7 (Seqüência 2).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse pela utilização do jogo de xadrez em contextos educativos vem crescendo nos últimos anos, a julgar pela extensa lista de artigos disponíveis no site da Federação de Xadrez dos Estados Unidos (USCF, 2009), que possui um acervo com os principais artigos e pesquisas que versam sobre esse tema. Esse interesse crescente se baseia, na maioria das vezes, na premissa que o estudo e a prática sistemática do xadrez podem auxiliar na aprendizagem escolar dos alunos. Esta questão já foi aventada em 1977 pelo psicólogo holandês Adriaan De Groot:

Introducing chess instruction in school programs will result in learning effects in pupils; are these learning effects expected to be sufficiently valuable from an educational point of view to justify (1) the extra effort and cost the organization of chess instruction will require, and (2) the time to be spend by (teachers and) pupils on chess, next to, or instead of, other subject matters? Since chess is a rather inexpensive activity – board and pieces can be school-made, for instance – the crucial point is (2): will time spent on chess be worth it, from the point of view of learning effects in pupils? (DE GROOT, 1977, p. 1, grifos do autor).

Não obstante, conforme foi visto, a maioria dos estudos sobre o xadrez escolar carece de suporte empírico, e os que apresentam suporte empírico possuem graves problemas metodológicos. Entretanto, mestres e professores de xadrez têm plena convicção dos benefícios das aulas de xadrez, propondo que o xadrez desenvolve, dentre outras coisas, a inteligência geral, a habilidade para concentração, fortalece o ego, o autocontrole, a habilidade para análise, e a habilidade para leitura.

Todavia, há uma grande distância entre as afirmações que muitas vezes são encontradas na literatura enxadrística e os resultados não conclusivos de um número limitado de estudos. As evidências existentes parecem indicar que: a) os possíveis resultados do ensino opcional do xadrez é ainda uma questão aberta; b) ensino obrigatório do xadrez não é recomendável, pois pode resultar em problemas motivacionais; e c) quando o ensino do xadrez pode ser benéfico no início, os benefícios parecem diminuir com o aumento no nível enxadrístico, por causa da quantidade de prática necessária e a especificidade do conhecimento que é adquirido.

As primeiras experiências com a introdução do jogo de xadrez nas escolas no Brasil foram marcadas por certo elitismo, onde mais se buscava selecionar talentos do que efetivamente favorecer a aprendizagem escolar dos alunos. Esta visão elitista decorre provavelmente do fato do xadrez ser também uma atividade esportiva, e como tal, há uma valorização natural da vitória. Como no imaginário coletivo das pessoas há uma forte associação entre a expertise no xadrez e a inteligência, o fato de um jogador vencer o outro pode levar à idéia perniciosa de que é mais inteligente que o adversário. Dessa forma, não é incomum os enxadristas de alto nível passarem uma visão arrogante de suas habilidades para o público em geral. O escritor Millôr Fernandes captou bem este sentimento no seu recado para o Grande Mestre Mequinho⁴⁵:

O xadrez tem tido sua prática incrementada apenas por motivos competitivos lamentáveis. Pois é um jogo que não melhora o ser humano para nenhuma outra prática, não o leva a melhor relacionamento humano, não o torna melhor cidadão no sentido de uma lição de vida ou ação social, nem mesmo à melhoria da linguagem rotineiramente falada. O xadrez desenvolve apenas o tipo de inteligência que leva o indivíduo a jogar melhor xadrez. (FERNANDES, 2005, p. 55).

Não obstante, a visão de que a inteligência não é um componente importante para a expertise no xadrez foi posta em xeque por um estudo recente⁴⁶ onde se mostrou que há uma correlação positiva entre inteligência geral, verbal e numérica e o rating dos participantes. Assim, quanto maior o rating do participante, melhor o seu desempenho nos testes de inteligência. Contudo, estes resultados nada podem dizer sobre implicação causal destas duas variáveis.

Além desta visão elitista do xadrez, que ainda não desapareceu completamente, não é raro encontrar, nos congressos de xadrez, educadores que defendam o ensino compulsório do xadrez nas escolas. Deve-se mencionar que a defesa do ensino obrigatório do xadrez nas escolas está baseada em uma visão ufanista de que o xadrez pode ser uma panacéia para a educação.

⁴⁵ É o maior jogador de xadrez brasileiro de todos os tempos. Teve seu auge no ano de 1977, quando foi considerado o terceiro melhor jogador do mundo, superado apenas por Anatoly Karpov e Viktor Korchnoi (<http://www.chessgames.com/perl/chessplayer?pid=16115>).

⁴⁶ Ver Grabner, Stern e Neubauer (2006, p. 11).

Em termos mais concretos, pode-se afirmar que o ensino do xadrez nas escolas pode proporcionar dois tipos de benefícios: primeiro, “benefícios de baixo nível”, tais como melhora na concentração, aprender a perder, aprender que a melhora no desempenho vem junto com a aprendizagem, ou interesse pela escola mesmo em ambientes pobres de estímulos; e segundo, “benefícios de alto nível”, como aumento na inteligência, criatividade, e desempenho escolar. As principais pesquisas sobre o xadrez escolar exploraram mais as possibilidades de “benefícios de alto nível”, e assim, com resultados confusos⁴⁷.

Dessa forma, entendemos que o xadrez escolar deve ser utilizado explorando mais os “benefícios de baixo nível”, como um meio para estimular e desenvolver nos alunos a autonomia, a auto-estima, a atenção e a concentração, o autocontrole, a empatia, a socialização e a aquisição de regras.

Assim, o xadrez escolar pode ser utilizado visando exercitar a autonomia dos alunos, pois a todo instante é necessário tomar decisões pessoais e ser conseqüente com elas. No aspecto de auto-estima, o xadrez pode ajudar o aluno a valorizar-se em termos desportivos (a vitória), artísticos (a estética de uma combinação) e pessoais, pois é possível comparar seu desempenho em dias diferentes, ou ainda comparar-se com outros alunos. O xadrez escolar também pode exercitar a atenção e a concentração dos alunos, pois se deve, a todo instante, considerar todas as peças do tabuleiro e aprender que é importante evitar as distrações e manter o foco da atenção sobre os estímulos mais relevantes do jogo a cada momento.

⁴⁷ A tradução do artigo de Gobet e Campitelli (2006), publicada no livro *A importância do xadrez*, de Rubens Filguth (GOBET; CAMPITELLI, 2007), chama de “benefícios de baixo nível” o que no texto original aparece como “benefícios de alto nível”, além de omitir os benefícios de baixo nível. A seguir o texto original: “(...) chess instruction may provide two types of gain: first, ‘low-level gains’, such as improvement in concentration, learning to lose, learning that improvement comes with learning, or interest in school in underprivileged environments; and second, ‘high-level gains’, such as increase in intelligence, creativity, and school performance.” Gobet, em comunicação pessoal, esclareceu que o texto publicado no livro de Filguth é uma tradução do texto em espanhol que está disponível no site <http://www.laplaza.org.ar/colabora/revison.htm>. No entanto, a versão em espanhol não possui os erros de tradução mencionados.

O xadrez escolar também pode auxiliar no autocontrole dos alunos, pois para vencer uma partida deve-se aprender a reter a impaciência e a impulsividade, ou seja, deve-se aprender a esperar e não emitir respostas com excessiva rapidez. Além de exercitar o autocontrole, o xadrez escolar também pode estimular a empatia dos alunos, pois é necessário avaliar, a cada instante, os movimentos e as possibilidades de ação do adversário, juntamente com as suas reações físicas. Através do xadrez os alunos podem aprender a sentir respeito e um pouco de compaixão pelo adversário que perdeu, sobretudo se ele for conhecido, ou se demonstrar reações de tristeza. Todos os alunos aprendem o que é ganhar e perder e também devem aprender a não manifestar reações exageradas em caso de vitória, respeitando assim o adversário que perdeu.

No aspecto de socialização, deve-se ter em mente que não se pratica o jogo sozinho, e assim é necessário respeitar o silêncio e a sua vez de jogar. Ao final da partida, o aluno aprende a analisar a partida em conjunto, o que foi e o que deveria ter sido jogado (*post-mortem*). O aluno também aprende que deve manter a cordialidade com todos os participantes, e que é necessário cumprimentar o adversário no início e no final da partida. No aspecto de aquisição de regras, deve-se ter em mente que as regras do jogo são inalteráveis para todos, e que ninguém pode estabelecer suas próprias normas nem impor condições diferentes. (GARRIDO, 2001, p. 83-84).

Deve-se ter em mente que, na visão de Brenelli, jogar xadrez proporciona uma experiência de natureza lógico-matemática intensa que exige uma maior frequência de níveis de abstração refletida⁴⁸. Esta afirmação de Brenelli é apoiada pela descrição das características do pensamento do jogador de xadrez durante uma partida, feita por Sunye (2004, p. 2):

Durante uma partida, o jogador deve estabelecer um plano estratégico e operações táticas ao longo da mesma. Isto requer do mesmo não apenas a verificação de conhecimento anterior (recuperação de informações da memória) como a realização de uma verificação sistemática de possíveis combinações de lances, com o julgamento contínuo de cada situação resultante, em termos dos vários elementos do jogo (material e posicional). Deve, então tomar decisões, escolhendo alternativas que levem ao sucesso, dentro das finalidades do jogo.

⁴⁸ Informação fornecida em comunicação pessoal.

Portanto, o jogo de xadrez pode ser visto como um conteúdo desafiador que implica uma lógica formal, ou seja, que proporciona desafios no plano formal.

Entendemos que o xadrez, como todo jogo de regras, possibilita desencadear os mecanismos de equilibração cognitiva, e assim constitui um meio eficiente para favorecer o desenvolvimento e a aprendizagem das crianças (BRENELLI, 2003, p. 141). No entanto, deve-se ter em mente que jogar não é somente apropriar-se das regras:

Jogar não é simplesmente apropriar-se das regras. É muito mais do que isso! A perspectiva do jogar que desenvolvemos relaciona-se com a apropriação da estrutura, das possíveis implicações e tematizações. Logo, não é somente jogar que importa (embora seja fundamental!), mas refletir sobre as decorrências da ação de jogar, para fazer do jogo um recurso pedagógico que permita a aquisição de conceitos e valores essenciais à aprendizagem. (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005, p. 105).

Finalizando, o problema que motivou esta pesquisa foi investigar se existe correlação entre a expertise no jogo de xadrez e o raciocínio lógico. Os dados apresentados permitem afirmar que existe uma correlação positiva entre nível enxadrístico e o desempenho na EDPL, mas embora se tenha encontrado essa correlação positiva, deve-se ter em mente que correlação não significa causação, pois a covariação é uma condição necessária, porém não suficiente para a causalidade⁴⁹.

No entanto, o fato desta pesquisa haver encontrado uma associação entre pensamento lógico e expertise no xadrez mostra-se relevante para as escolas que desenvolvem (ou pretendem desenvolver) projetos ligados ao xadrez, pois o desenvolvimento do raciocínio lógico é sempre o principal argumento daqueles que defendem a inclusão do xadrez nas escolas, e esta pesquisa apresenta dados favoráveis a esta posição.

Termino este texto fazendo algumas reflexões sobre o ensino do xadrez nas escolas, mas primeiramente quero relatar como o xadrez entrou na minha vida. Tive o privilégio de aprender a jogar xadrez em uma escola pública da periferia de Curitiba, na 3ª ou 4ª série do Ensino Fundamental, no Grupo Escolar Núcleo Social Yvone Pimentel

⁴⁹ Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Correlation_does_not_imply_causation>. Acesso em: 4/10/2009.

(hoje um Colégio Estadual), onde estudei de 1974 a 1979. Como não havia uma quadra coberta na escola, nos dias de chuva o professor de Educação Física ensinava teoria dos esportes e havendo tempo, ele nos deixava brincar com alguns jogos que ficavam guardados em um baú, no canto da sala.

Dos jogos que havia neste baú, o meu interesse voltou-se para o xadrez, pois possuía peças que eram atrativas para mim: Rei, Dama, Cavalo, etc. O professor então me ensinou os movimentos básicos, pois era tudo o que conhecia, e comecei a praticar com meu irmão mais velho, que também aprendeu a jogar na mesma escola. Durante o período de 1975 a 1985 não me lembro de ter vencido nenhuma partida dele, sofrendo inúmeras e amargas derrotas.

Em 1985 descobri o Clube de Xadrez Erbo Stenzel, clube este que homenageia o artista plástico e campeão paranaense de xadrez de 1959. Neste clube havia livros de xadrez (coisa que eu desconhecia que existia até então) e também aulas que passei a freqüentar regularmente. Em 1988 ingressei na Fundação Cultural de Curitiba para ensinar xadrez para as crianças da periferia de Curitiba, e posteriormente comecei a capacitar professores para o ensino do xadrez nas escolas, no Projeto Xadrez nas Escolas Públicas do Paraná. Uma das primeiras constatações que fiz, ao iniciar o trabalho com os professores, foi a escassez de materiais destinado ao ensino de xadrez nas escolas. Neste sentido, passei a desenvolver alguns materiais (textos, apostilas e livro) para subsidiar o projeto de xadrez escolar do Paraná. No entanto, devo ressaltar que tive o privilégio de contar com o apoio do Grande Mestre de xadrez Jaime Sunye, que disponibilizou sua enorme experiência com o xadrez escolar, fruto dos anos em que viveu na Europa jogando xadrez profissionalmente.

De 1995 a 1998, cursei Pedagogia na UFPR visando, principalmente, melhorar meu trabalho destinado à formação de professores de xadrez, e de 2001 a 2002, fiz um curso de especialização em Psicopedagogia, pelo Instituto Brasileiro de Pós Graduação e Extensão (IBPEX), cujo título da monografia foi: *Jogo, cognição e educação: reflexões sobre a utilização do xadrez visando o desenvolvimento cognitivo dos alunos no Ensino Fundamental* (SILVA, 2002). Nesta monografia, desenvolvi algumas idéias sobre o ensino do xadrez nas escolas.

De 2002 a 2004, cursei o Mestrado em Educação na Universidade Federal do Paraná (UFPR), na linha de pesquisa Cognição e Aprendizagem Escolar, onde desenvolvi a pesquisa intitulada *Processos Cognitivos no Jogo de Xadrez* (SILVA, 2004), sob a orientação da Prof^a Dr^a Tamara da Silveira Valente. Nesta pesquisa busquei explicar o êxito e o fracasso em uma partida de xadrez mediante o conceito piagetiano de Tomada de Consciência, bem como efetuar a análise do erro no jogo de xadrez.

Durante minha pesquisa no mestrado pude constatar que os estudos que até então subsidiavam minha reflexão sobre os benefícios que o xadrez proporciona, eram completamente ignorados pela comunidade científica internacional. Esta constatação me levou a discutir, junto aos dirigentes do xadrez no Paraná, como é frágil a argumentação apresentada pelos professores de xadrez junto aos governos (municipais, estaduais e federal) para a inclusão e manutenção das aulas de xadrez nas escolas.

Em 2005, fui convidado pelo MEC para atuar no Projeto Nacional de Xadrez, efetuando a capacitação de professores em 5 capitais: Recife/PE, Belo Horizonte/MG, Campo Grande/MS, Teresina/PI e Rio Branco/AC. O livro *Meu Primeiro Livro de Xadrez: curso para escolares* (TIRADO e SILVA, 2008), do qual sou co-autor, foi escolhido como material didático para ser utilizado neste projeto.

Uma vez que a maioria dos projetos de xadrez escolar está baseada na premissa de que o estudo e a prática sistemática do xadrez podem auxiliar no desenvolvimento cognitivo do aluno, mais especificamente nas questões ligadas ao raciocínio lógico, após o término do mestrado decidi investigar estas possíveis relações nesta pesquisa de doutorado.

Esta experiência com o ensino do xadrez escolar tem me ajudado a refletir sobre quais os conhecimentos necessários para ser professor de xadrez. Lasker, no seu manual, diz: “el camino a recorrer hacia esta enseñanza requiere buenos profesores, unos maestros de ajedrez que sean al mismo tiempo unos genios de la docência”. (LASKER, 1947, p. 350).

Mas uma vez que este equilíbrio entre formação pedagógica e expertise no xadrez é difícil de encontrar, o que deveria ser prioritário para o professor de xadrez: ser enxadrista sem formação pedagógica ou ter formação pedagógica, mas com pouco conhecimento de xadrez? As experiências no Paraná mostram que geralmente quando enxadristas sem formação pedagógica ensinam xadrez nas escolas, as aulas tornam-se elitizadas, pois gradativamente voltam seu trabalho para os alunos que se destacam. Dessa forma, os possíveis benefícios que o xadrez pode trazer ficam restritos a um pequeno segmento da escola.

Assim, para que o ensino do xadrez nas escolas seja potencializado, faz-se necessário que os professores sejam capacitados adequadamente para exercer tal atividade. As capacitações, que normalmente são organizadas pelas federações de xadrez, muitas vezes são ministradas por bons jogadores, mas com pouca ou nenhuma experiência pedagógica, o que ocasiona uma exploração superficial do potencial educativo do jogo.

Também é necessário desenvolver metodologias que sejam adequadas para o xadrez escolar, pois a maioria destas metodologias volta-se mais para o ensino em clubes e academias do que efetivamente para o ensino nas escolas, e ensinar xadrez em uma sala de aula com muitos alunos (nem sempre motivados a aprender), não é a mesma coisa que ensinar em um clube, onde geralmente as aulas são particulares, de forma individual ou em pequenos grupos, e todos estão interessados em aprender. Estes são alguns dos desafios que devem ser superados ao se propor aulas de xadrez nas escolas, para que o ensino deste jogo não fique restrito apenas aos dias de chuva, nas escolas que não tem quadra coberta.

REFERÊNCIAS

AGAMBEN, G. **Infância e história**. Destruição da experiência e origem da história. Belo Horizonte: Ed UFMG, 2005.

AGUIAR, F. M. **Ferramentas e métodos para apoiar o ensino de xadrez na fronteira entre os fundamentos e a perícia**. 98 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

AGUILERA R.; PÉREZ, F. J. **Ajedrez hipermoderno II**. Madrid: Club, 1984.

ALBURT, L. **Compruebe y mejore su ajedrez**: evaluacion numerica y otras tecnicas de mejora. Madrid: Editorial Fundamentos, 1993.

ALLIS, V. **Searching for Solutions in Games and Artificial Intelligence**. Maastricht, 1994. Tese de Doutorado. University of Limburg.

ALMEIDA, M. F. L. **A influência do xadrez no ensino e aprendizagem em escolas de tempo integral**. Dissertação, Mestrado em Educação - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ALVES, I. P. **Níveis de construção dialética espaço-temporal no jogo de xadrez e desenvolvimento de possíveis em escolares**. 136 f. Dissertação, Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

AMORIM, C. **A Máquina e seus limites**: uma investigação sobre o xadrez computacional. 120p. Dissertação, Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

ARRABAL, F. **Mitos em xeque**: crônicas de um jogador de xadrez. Rio de Janeiro: Globo, 1988.

ASSUMPÇÃO, A. L. M. **A geometria do cavalo**: um micromundo de investigações. 150 p. Dissertação, Mestrado em Educação Matemática - Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, 1995.

AVERBAKH, Y. **To the question of the origin of chess**. 1999. Disponível em: <<http://www.mynetcologne.de/~nc-jostenge/>> Acesso em: 30/11/2009.

BAPTISTONE, S. R. **O jogo na história**: um estudo sobre o uso do jogo de xadrez no processo ensino-aprendizagem. 200 p. Dissertação, Mestrado em Psicologia - Universidade São Marcos, São Paulo, 2000.

BARBIERI, H. **Ferramentas integradas de acesso remoto para apoiar o auto-estudo e a competição em Jogos heurísticos**. 58 p. Dissertação, Mestrado em Informática – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BATTRO, A. M. **Diccionario de epistemología genética**. Buenos Aires: Proteo, 1971.

BELL, R. C. **Board and table games from many civilizations**. New York: Dover, 1979 (1960).

BÊRNI, D. A. **Teoria dos jogos: jogos de estratégia, estratégia decisória, teoria da decisão**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2004.

BILALIC´, M. *et al.* Why are (the best) women so good at chess? Participation rates and gender differences in intellectual domains. **Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences**, 276, . p. 1161-1165, dec. 2008.

BINET, A. **Psychologie des Grands Calculateurs et Joueurs d'Echecs**. Paris: Hachette, 1894.

_____. Mnemonic virtuosity: a study of chess players. **Genetic Psychology Monographs**, v. 74, p. 127-162, 1966.

BONSDORFF, E.; FABEL, K.; RIIHIMAA, O. **Ajedrez y matematicas**. Barcelona: Ediciones Martinez Roca, 1974.

BORGES, J. L. **A biblioteca de Babel**. 1941. Disponível em: <<http://www.alfredobraga.pro.br/biblioteca/abibliotecadebabel.html>>. Acesso em: 17/02/2008.

BOTVINNIK, M. **Botvinnik: 100 Selected Games**. New York: Dover Publications, 1960.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório de avaliação do projeto xadrez nas escolas**. Brasília: MEC, 2004.

_____.Capes. **Banco de teses**. Disponível em: <<http://servicos.capes.gov.br/capesdw/>>. Acesso em: 3/3/2010.

BRAVO, G. P. **Desarrollo cronologico del ajedrez**. Bogotá, 1996.

BRENELLI, R. P. Uma proposta psicopedagógica com jogo de regras. In: SISTO, F. F. *et al.* **Atuação psicopedagógica e aprendizagem escolar**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. p. 140-162.

BRUM, P. R. S. **A estrutura subcognitiva da visão estratégica: um experimento psicológico sobre a natureza dos chunks**. 103 p. Dissertação, Mestrado em Administração - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2005.

BUENO, L. C. F. **Conceitos e ferramentas de apoio ao aperfeiçoamento do desempenho de heurísticas de jogos**. 87 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CALVO, R. **Lucena**. La evasión en ajedrez Del converso Calisto. Ciudad Real, Perea Ediciones, 1997.

_____. **El poema scachs d'amor** - siglo XV. Madrid: Jaque, 1999.

_____. Introducción: estudio preliminar y notas del traductor. In: LASKER, E. **Lucha**. Albacete, Ediciones Merán, 2003. p. 9-19.

CARDOSO, A. A. **O clube de xadrez de belo horizonte**: ensaios de compreensão sociológica. . 230 p. Dissertação. (Mestrado em Ciência Política). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987.

CASTI, J. L. **Cinco regras de ouro**. Lisboa: Gradiva, 1999.

CHABRIS, C.; GLICKMAN, M. Sex Differences in Intellectual Performance: Analysis of a Large Cohort of Competitive Chess Players. **Psychological Science**. v. 17 Issue 12, p. 1040-1046, 2006.

CHARNESS, N. The impact of chess research on cognitive science. **Psychological Research**, v. 54, p. 4-9, 1992.

CHASE, W. G.; SIMON, H. A. Perception in chess. **Cognitive Psychology**, v. 4, p. 55-81, 1973a.

_____. The mind's eye in chess. In: CHASE, W. **Visual information processing**. New York: Academic Press, 1973b.

CHESS BASE 9. Alemanha: Chessbase, 2008. CD-ROM para computador.

CHESSVARIANTS. Disponível em: <<http://www.chessvariants.com/>>. Acesso em: 18/2/2008.

CHI, M.; GLASSER, R. A capacidade para a resolução de problemas. In: STERNBERG, R. **As capacidades intelectuais humanas**: uma abordagem em processamento de informações. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992. p. 250-275.

CHRISTIAEN, J. **Chess and Cognitive Development**. Dissertação de mestrado. Gent, Bélgica, 1976.

CHRISTIAEN, J.; VERHOFSTADT-DENÈVE, L. Schaken en cognitieve ontwikkeling. **Tijdschrift voor de Psychologie**, v. 36, n. 8, p. 561-582, 1981.

CHRISTOFOLETTI, D. F. A. **O xadrez nos contextos do lazer, da escola e profissional**: aspectos psicológicos e didáticos. 154 p. Dissertação, Mestrado em Ciências da Motricidade - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2007.

CLEVELAND, A. The psychology of chess and of learning to play it. **The American Journal of Psychology**, v. 3, p. 269-308, 1907.

CLEVELAND PUBLIC LIBRARY. Disponível em:
<<http://spc.cpl.org/?q=node/5>>. Acesso em: 4/11/2009.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE XADREZ. Disponível em:
<http://www.cbx.org.br/_site/index.php?cbx=rating>. Acesso em: 4/11/2009.

DARWIN, C. **Origen das espécies**. 4. ed. Belo Horizonte: Itatiaia, 2002 (1859).

_____. **A origem do homem e a seleção sexual**. Belo Horizonte: Itatiaia, 2004 (1871).

DAVIS, M. D. **Teoria dos jogos**: uma introdução não-técnica. São Paulo: Cultrix, 1973.

DAWKINS, R. **Desvendando o arco-íris**: ciência, ilusão e encantamento. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

_____. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 2001.

DE GROOT, A. **Memorandum**: Chess instruction in school? A few arguments and counterarguments. 1977.

_____. **Thought and choice in chess**. 2. ed. New York: Mouton Publishers, 1978 (1946).

DE LISI, R. A cognitive-developmental modelo f planning. In: FRIEDMAN, S; SCHOLNICK, E. K.; COCKING, R. **Blueprints for thinking**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 79-109.

DENNETT, C. D. **A perigosa idéia de Darwin**: a evolução e os significados da vida. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

DEXTREIT, J.; ENGEL, N. **Jeu d'échecs et sciences humaines**. Paris: Payot, 1984.

DOLLE, J. **Para compreender Jean Piaget**: uma iniciação à psicologia genética piagetiana. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987.

ELO, A. **The ratings of chess players**: past and present. London: Batsford, 1978.

ELO, A. A statistical system for the rating of chess players. In: KAZIC, B. **The chess competitor's handbook**. London: Batsford Chess Books, 1980. p. 77-90.

ERICSSON, K. A. **The road to excellence**: the acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games. New Jersey: Ed. K. A. Ericsson, 1996.

ERICSSON, K. A. *et al.* **The Cambridge handbook of expertise and expert performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

FABER, M. **Der schachautomat des Baron von Kempelen**. Dortmund: Die bibliophilen Taschenbücher, 1983.

FAUBER, R. E. **Impact of genius**: 500 years of grandmasters chess. Seattle: International Chess Enterprises, 1992.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES ÉCHECS. Disponível em: <<http://www.fide.com>>. Acesso em: 24/11/2009.

FEDERAÇÃO DE XADREZ DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.fexpar.esp.br/>>. Acesso em: 4/11/2009.

FEIGENBAUM, E. A.; SIMON, H. A. A theory of the serial position effect. **British Journal of Psychology**, v. 53, p. 307-320, 1962.

_____; _____. EPAM-like models of recognition and learning. **Cognitive Science**, v. 8, p. 305-336, 1984.

FEITOSA, A. R. M. **Definição formal de táticas de xadrez por meio da autoria incremental de conceitos heurísticos**. 112 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

FERGUSON, R. **Teaching the fourth “R” (Reasoning) through chess**. (sem data 1).

_____. **Chess in Education**: Research Summary. A review of key chess research studies for the BMCC Chess in education “A wise move” conference. (sem data 2).

FERNANDES, M. **O livro vermelho dos pensamentos de Millôr**. 1. ed. Porto Alegre: L&PM Editores, 2005.

FERREIRA, M. V. R. **Estudo empírico e aspectos pré-computacionais para a detecção automática de capacidades da perícia em aprendizes de xadrez**. 102 f. Dissertação, Mestrado em Informática – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FINKENZELLER, R.; ZIEHR, W.; BÜHRER, E. **Ajedrez**: 2000 años de historia. Madrid: Anaya, 1989.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Xeque-mate na razão**. Caderno Mais! São Paulo, 24 março, 1996. p. 1.

_____. **A humanidade em xeque**. 18 maio, 1997. p. 16.

FRANK, A. **Chess and aptitudes**. Saugns: American Chess Foundation, 1981.

FRANK, A.; D'HONDT, W. Aptitudes et apprentissage du jeu d'échecs au Zaire. **Psychopathologie Africaine**, v. 15, n. 1, p. 81-98, 1979.

FREITAS, A. E. T. A. **Como tomadores de decisão experts percebem cenários complexos?** 153 f. Tese, Doutorado em Administração - Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2009.

FRIED, S.; GINSBURG, N. **The effect of learning to play chess on cognitive, perceptual and emotional development in children**. (sem data).

FRITZ 11. Alemanha: Chessbase, 2008. CD-ROM para computador.

GAME COMPLEXITY. In: WIKIPEDIA. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Game_complexity>. Acesso em: 18/2/2008.

GARRIDO, F. G. **Educando desde el ajedrez**. Barcelona: Paidotribo, 2001.

GOBET, F.; CAMPITELLI, G. Education and chess: A critical review. In REDMAN, T. **Chess and education**: Selected essays from the Koltanowski conference. Dallas, TX: Chess Program at the University of Texas at Dallas. 2006. p. 124-143.

_____; _____. Uma revisão sobre os benefícios educativos da instrução enxadrística. In: FILGUTH, R. (Org.). **A importância do xadrez**. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 183-197.

GOBET, F.; CHARNESSE, N. Expertise in chess. In: ERICSSON, K. A. *et al.* **The Cambridge handbook of expertise and expert performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 523-538.

GOBET, F.; VOOGT, A.; RETSCHITZKI, J. **Moves in mind**. The psychology of board games. New York: Psychology Press, 2004.

GÓES, D. C. **O jogo de xadrez e a formação do professor de matemática**. 107 p. Dissertação, Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GRABNER, R.; STERN, E.; NEUBAUER, A. Individual differences in chess expertise: a psychometric investigation. **Acta Psychologica**, v. 124, p. 389-420, 2006.

GREENE, R.; ELFFERS, J. **As 48 leis do poder**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

HARDING, T. D. **The chess computer book**. New York: Pergamon Press, 1981.

HARTMANN, C. M. **Linguagem e ferramenta de autoria para promover o desenvolvimento de perícias em xadrez**. 71 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

HAYES, J. R. **The complete problem solver**. New Jersey: LEA, 1989.

HORTON, B. **Moderno dicionário de xadrez**. 3. ed. São Paulo: Ibrasa, 1996.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. São Paulo: Perspectiva, 1996 (1938).

INHELDER, B.; PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente**. São Paulo: Pioneira, 1976 (1955).

INSIDE CHESS. Armagedon! – Deep Blue wins 3.5-2.5. **Inside Chess**, Seattle: International Chess Enterprises, v. 10, n. 11, p. 4, jun. 1997.

INTERNET CHESS CLUB. Disponível em: <<http://www.chessclub.com/>>. Acesso em: 22/1/2007.

KAPLAN, J. **How to get the most from your chess computer**. New York: R. H. M. Press, 1980.

KASPAROV, G. **Hijo del cambio**. Barcelona: Temas de Hoy, 1987.

_____. **Meus grandes predecessores**: uma história moderna sobre o desenvolvimento do jogo de xadrez. Vol. 1. São Paulo: Solis, 2004.

_____. **Xeque-mate**: a vida é um jogo de xadrez. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

KING, D. **Kasparov contra deeper blue**: el último desafío hombre vs máquina. Barcelona: Paidotribo, 1997.

KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK. Disponível em:
<<http://www.kb.nl/vak/schaak/inleiding/geschiedenis-en.html>>.
Acesso em: 4/11/2009.

_____. **Queen's move**: women and chess through the ages. 2000.

- KOTOV, A. **Piense como un gran maestro**. 4. ed. Madrid: Club de Ajedrez, 1985.
- _____. **Juegue como un gran maestro**. 3. ed. Madrid: Club de Ajedrez, 1989.
- KRAAIJEVELD, A. Phylogenetic analysis of Shogi variants. **Variant Chess**, v. 4, p. 56-58, 1999.
- _____. Origen of chess – a philogenetic perspective. **Board Games Studies**. Leiden, v. 3, p. 39-49, 2000.
- KROGIUS, N. **Psychology in chess**. New York: RHM Press, 1976.
- LASKER, Em. **Manual de ajedrez**. Madrid: Jaque XXI, 1997 (1947).
- LAUAND, L. J. **O xadrez na idade média**. São Paulo: Perspectiva, 1988.
- LIPTRAP, J. M. **Chess and Standard Test Scores**. *Chess Life*, March, 41-43. 1998.
- LÖHR, R. **A máquina de xadrez**. Rio de Janeiro: Record, 2007.
- LONGEOT, F. **L'Échelle de Développement de la Pensée Logique**. Manuel d'Instructions. 1974.
- LUCENA, J. **Arte breve y introduccion muy necesaria para saber jugar el Axedrez**. Salamãca, 1497. (Reprodução fac-similar de 1974).
- MACEDO, L. **Nível operatório de escolares (11 - 15 anos) conforme a EDPL de Longeot**: estudo intercultural, transversal e longitudinal. 238 f. Tese (Livre Docência em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.
- _____. **Quatro cores, senha e dominó**: oficinas de jogos em uma perspectiva construtivista e psicopedagógica. 3. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.
- MACEDO, L.; TORRES, M. Z. **Échelle de Développement de la Pensée Logique – EDPL**: François Longeot (1968-1974). Artigo não publicado, 2005.
- MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MAQUIAVEL, N. **A arte da guerra**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- MARGULIES, S. **The effect of chess on reading scores: District Nine chess program; Second year report**. New York, NY: The American Chess Foundation. (sem data).

MARTINESCHEN, D. **Alternância entre competição e colaboração para promover o aprendizado por meio da heurística de jogos**. 70 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MAYER, R. E. **Thinking and problem solving**. USA: Scott, Foresman and Company, 1977.

MILLER, G. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. **The Psychological Review**, v. 63, 1956.

MILLER G. A.; GALANTER E.; PRIBRAN K. H. **Plans and the structure of behavior**. New York: Henry Holt and Company, 1960.

MURRAY, H. J. R. **A history of chess**. Massachusetts: Benjamin Press, 1913.

_____. **A history of board-games other than chess**. New York: Oxford University Press, 2005 (1951).

NETO, A. H. **Uma abordagem dialógica alternativa para a aquisição de habilidades táticas em jogos educacionais**. Dissertação, 67 p. Dissertação, Mestrado em Informática – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NETO, A. R. **Geometria e Estética: experiências com o jogo de xadrez**. Dissertação, Mestrado em Educação - Universidade de São Paulo, 2003.

NETTO, J. F. M. **Um tutor inteligente para o ensino de xadrez**. 138 p. Dissertação, Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

NEWELL, A.; SIMON, H. **Human problem solving**. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, 1972.

OBSERVABLE UNIVERSE. Wikipedia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Observable_universe#Matter_content>. Acesso em: 18/2/2008.

OLIVEIRA, F. N. **Um estudo das interdependências cognitivas e sociais em escolares de diferentes idades por meio do xadrez simplificado**. 120 p. Tese, Doutorado em Educação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PACHMAN, L. **Estratégia moderna do xadrez**. São Paulo: Bestseller, 1967.

PACHMAN, L.; KÜHNMUND, V. **Ajedrez y computadoras**. Barcelona: Ediciones Martinez Roca, 1986.

PENNICK, N. **Jogos dos deuses**: a origem dos jogos de tabuleiro segundo a magia e a arte divinatória. São Paulo: Mercuryo, 1992.

PERKINS, D. A **banheira de Arquimedes**: como os grandes cientistas usaram a criatividade e como você pode desenvolver a sua. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975 (1937).

_____. **Ensaio de lógica operatória**. São Paulo: Globo, 1976 (1949).

_____. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos, 1978 (1974).

_____. **O possível e o necessário**: evolução dos possíveis na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985 (1981).

_____. **O possível e o necessário**: evolução dos necessários na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986 (1983).

_____. O possível, o impossível e o necessário: as pesquisas em andamento ou projetadas no Centro Internacional de Epistemologia Genética. In: LEITE, L. B. (Org.); MEDEIROS, A. A. (Colab.). **Piaget e a escola de genebra**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1995 (1976). p. 51-71.

_____. **As formas elementares da dialética**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996 (1980).

PIAGET, J.; INHELDER, B. **Gênese das estruturas lógicas elementares**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1983 (1959).

PICUSSA, J. **Um ambiente de interface e interação para um servidor de xadrez on-line na web como ferramenta educacional**. 77 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

POE, E. A. O jogador de xadrez de Maelzel. In: **Histórias extraordinárias**. São Paulo: Abril, 1978 (1839). p. 399-430.

RETI, R. **Nuevas ideas en ajedrez**. Madrid: Editorial Ricardo Aguilera, 1985 (1921).

_____. **Los grandes maestros del tablero**. Madrid: Editorial Ricardo Aguilera, 1987 (1930).

RIBEIRO, S. F. **Um sistema de visão inteligente para detecção e reconhecimento de peças em um tabuleiro de xadrez em tempo real**. 110 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

ROCHA, W. R. **O jogo e o xadrez: entre teorias e histórias.** Dissertação, Mestrado em História - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2009.

RÚA, J. F. **La edad de oro del ajedrez.** Madrid: Ricardo Aguilera, 1973.

SÁ, A. V. M. **Le jeu d'échecs et l'éducation: expériences d'enseignement échiquéen en milieux scolaire, périscolaire et extra-scolaire.** 432 f. Tese, Doutorado em Educação - Université de Paris X, U.P.X, França. 1988.

SAGAN, C. **Pale blue dot: a vision of the human future in space.** New York: Ballantine Books, 1994.

SCHAFER, H. **Conceitos e ferramentas para apoiar o ensino de xadrez através de computadores.** 96 p. Dissertação, Mestrado em Informática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SCHOLNICK E. K.; FRIEDMAN S. L. The planning construct in the psychological literature. In: FRIEDMAN, S; SCHOLNICK, E. K.; COCKING, R. **Blueprints for thinking.** Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 3-38.

SCHWARZKOPF, B. **Number of possible chess diagrams after n plies.** Disponível em: <<http://www.research.att.com/~njas/sequences/A019319>>. Acesso em: 22/2/2007.

SHANNON, C. Programming a Computer for Playing Chess. **Philosophical Magazine**, v. 41, n. 314, 1950.

SHENK, D. **O jogo imortal: o que o xadrez nos revela sobre a guerra, a arte, a ciência e o cérebro humano.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, R. R. V. **Práticas pedagógicas no ensino-aprendizado do jogo em escolas.** Dissertação, Mestrado em Educação - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, W. **Jogo, cognição e educação: reflexões sobre a utilização do xadrez visando o desenvolvimento cognitivo dos alunos no Ensino Fundamental.** 96 p. Monografia, Especialização em Psicopedagogia – IBPEX, Curitiba, 2002.

_____. **Processos cognitivos no jogo de xadrez.** 184 p. Dissertação, Mestrado em Educação – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SIMON, A. H. **Models of my life.** New York: MIT, 1996.

SIMON, H. A.; BARENFIELD, M. Information-processing analysis of perceptual processes in problem solving. **Psychological Review**, v. 76, 1969.

SIMON, H. A.; CHASE, W. G. Skill in chess. **American Scientist**, v. 61, p. 394-403, 1973.

SIMON, H. A.; GILMARTIN, K. A simulation of memory for chess positions. **Cognitive psychology**, v. 5, p. 29-46, 1973.

STANDAGE, T. Monster in a Box. **Wired**. New York, v. 1, n. 1, p. 84-89, mar. 2002.

STATE LIBRARY OF VICTORIA. Disponível em:
<<http://www.slv.vic.gov.au/collections/chess/index.html>>. Acesso em: 4/11/2009.

SUNYE, J. **Xadrez Escolar**: um instrumento multidisciplinar numa escola de qualidade. 2004. Disponível em: <<http://www.fexpar.esp.br/Leituras/artigojaime2004/ArtigoRJ.doc>>. Acesso em: 20/11/2009.

_____. **O ensino do xadrez no Brasil**. Faxinal do Céu, 2007. Palestra proferida em Seminário de Xadrez Internacional.

Teixeira, L. B. **Frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho em uma partida de xadrez**. 141 p. Dissertação, Mestrado em Psicologia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

THE WORLD CHESS CHAMPIONSHIP. 2007. Disponível em: <<http://www.mark-weeks.com/chess/wcc-indx.htm>>. Acesso em: 29/1/2007.

TIKHOMIROV, O. K.; POZNYANSKAYA, E. D. An investigation of visual search as a means of analyzing heuristics. **Soviet Psychology**, v. 5, 1966.

TIRADO, A.; SLVA, W. **Meu primeiro livro de xadrez**: curso para escolares. 5. ed. Curitiba: Expoente, 2008.

TORRES, M. Z. **Processos de desenvolvimento e aprendizagem de adolescentes em oficinas de jogos**. 273 f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2001.

TZU, S. **A arte da guerra**. Porto Alegre: L&PM, 2002.

TZU, S. **A arte da guerra**. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

USCF. Disponível em: <<http://main.uschess.org/content/view/7866/131/>>. Acesso em 4/11/2009.

VEJA. **O cérebro contra o computador**. São Paulo: Abril, v. 30, n. 18, maio, 1997. 154 p.

VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. **Theory of games and economic behavior**. 6. ed. New Jersey: Princeton University Press, 1990 (1944).

WIELEWSKI, G. D. **O Tabuleiro de Xadrez**: uma perspectiva para a didática da Aritmética. 317 p. Dissertação, Mestrado em Educação - Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, 1998.

GLOSSÁRIO

Abandono: É o reconhecimento formal da derrota. Ocorre quando um jogador reconhece que vai perder e encerra a partida sem esperar pelo xeque-mate.

Aberta (posição): Expressão utilizada quando os dois jogadores dispõem de vias de penetração (colunas e diagonais).

Abertura: É o começo da partida, incluindo aproximadamente os doze lances iniciais, que ocorrem de acordo com padrões bem estabelecidos.

Análise: Exame de uma posição dada e avaliação das mudanças que se pode introduzir na mesma mediante uma série de jogadas. A análise consiste, pois, no estudo de *variantes* possíveis e no juízo sintético destas.

Ataque duplo: Um ataque simultâneo contra duas peças ou peões. Quando esse ataque é feito por um peão, diz-se garfo.

Branças: Termo aplicado ao enxadrista que conduz as peças de xadrez de cor clara. Seu oponente joga com as peças mais escuras e é sempre identificado como pretas.

CBX: Confederação Brasileira de Xadrez. Órgão máximo dirigente do xadrez brasileiro. Fundada em 6/11/1924, é presidida por Pablyto R. B. Ribeiro.

Cegas (jogar às): Modalidade de xadrez que consiste em jogar uma ou várias partidas ao mesmo tempo sem ver o tabuleiro nem as peças.

Centro: A área do tabuleiro composta pelas casas e4, e5, d4 e d5.

CEX: Centro de Excelência de Xadrez. Organização não governamental criada pelo Grande Mestre Jaime Sunye.

Cilada: Um modo sorrateiro de levar o adversário a cometer um erro.

Combinação: Ação sincronizada de duas ou mais peças, com a finalidade de alcançar um objetivo definido, que pode ser o xeque-mate, ou uma vantagem material, ou apenas a conquista de uma posição melhor.

Cravada: Quando um jogador ataca uma peça que o adversário não pode mover sem perder uma outra peça, de maior valor.

Desenvolvimento: O processo de retirar as peças de suas casas iniciais, colocando-as em novos postos, a partir dos quais poderão controlar um maior número de casas e ter maior mobilidade.

Desvio: Uma tática que envolve afastar a principal peça de defesa do adversário de uma área crítica, para que a defesa se enfraqueça.

Dobrado (peão): peão que, ao capturar, se situa em uma coluna já ocupada por outro peão da mesma cor.

Espaço: O espaço físico (tabuleiro) onde o jogo se desenvolve. O território que cada jogador controla.

Estratégia: A arte de explorar condições favoráveis com o fim de alcançar objetivos específicos. O motivo real para cada movimento, plano ou idéia.

Expert: Jogador especialista, com muita experiência no jogo de xadrez.

Fechada (posição): Uma posição que está obstruída por cadeias de peões. Posições assim tendem a favorecer os cavalos e a prejudicar os bispos, pois os peões bloqueiam as diagonais.

FEXPAR: Federação de Xadrez do Paraná. Entidade máxima do xadrez paranaense, que atualmente é presidida pelo professor Claudio A. Tonegutti.

FIDE: Federação Internacional de Xadrez (Fédération Internationale des Échecs). Entidade máxima do xadrez mundial, criada em 20/7/1924, que atualmente é presidida por Kirsan Ilymzhinov.

Final: A terceira e última fase de uma partida de xadrez. Inicia quando poucas peças permanecem no tabuleiro. O sinal mais claro de que um final está começando é quando as damas são trocadas. Mas também existem finais de damas.

Grande Mestre Internacional: Título outorgado pela *FIDE* aos enxadristas que alcançam um conjunto de padrões estabelecidos, incluindo a classificação ELO (ver *rating*). É o mais alto título (além de Campeão Mundial) que pode ser obtido no xadrez.

Interceptação: Situação em que um jogador embaraça seu próprio progresso obstruindo uma de suas fileiras, colunas ou diagonais.

Lance (ou jogada): A transferência de uma peça qualquer de uma casa para outra.

Material: Todas as peças e peões. Uma vantagem material é quando um jogador tem mais peças no tabuleiro que seu adversário, ou tem peças de maior valor.

Meio-jogo: A fase entre a *abertura* e o *final*.

Mestre Internacional: Título conferido pela *FIDE*, também de validade internacional, mas de importância menor do que o de *Grande Mestre*.

Novato: Jogador principiante, que possui pouca experiência no jogo de xadrez.

Peça sobrecarregada: Uma peça que precisa sozinha defender mais de uma peça.

Posicional: Um lance ou estilo de jogo baseado em considerações de longo prazo. A lenta construção de pequenas vantagens recebe o nome de jogo posicional.

Post mortem: Análise que os jogadores realizam após o término da partida, buscando identificar os erros cometidos.

Promoção: O jogador que chegar com um peão até a oitava fila (ou seja, atravessar o tabuleiro) pode trocar este peão por uma dama, torre, bispo ou cavalo da mesma cor.

Qualidade (ganho de): Diz-se que um jogador ganhou qualidade quando troca uma peça de menor valor por uma de valor maior, por exemplo, trocando um cavalo por uma torre ou dama.

Raio x: Termo aplicado a uma peça atacante, quando no seu raio de ação há uma peça adversária de maior valor deve desviar-se, expondo uma peça de menor valor que é alvo real.

Rating: Um número que mede o nível relativo de um jogador. Quanto maior o índice, mais alto o nível. No volume 2 há uma explicação mais detalhada.

Sacrifício: A oferta voluntária de *material* em troca de *espaço*, *tempo*, melhor estrutura de peões, ou mesmo mais material. Ao contrário da *combinação*, um sacrifício não é sempre possível de calcular e freqüentemente envolve um elemento de incerteza.

Simultânea: Forma de jogar xadrez no qual um jogador forte, também chamado de simultanista, disputa um certo número de partidas, cada qual com um adversário diferente.

Tática: A arte e a ciência de executar diversos esquemas que se supõem necessários para o andamento do plano estratégico. Golpe tático ocorre quando o jogador não percebe as sutilezas da posição e leva, por exemplo, um *ataque duplo* perdendo *material*.

Tempo: Um movimento, como uma unidade em si. Se uma peça pode deslocar-se para uma casa em um único lance, mas leva dois lances para chegar até lá, o jogador perdeu um tempo.

Teoria: Corpo de sólidos princípios gerais formados para justificar um procedimento.

Teoria dos jogos: A teoria dos jogos representa um método para abordar, de modo formalizado, os processos de tomada de decisão por parte de agentes que reconhecem sua interação mútua.

Troca: Captura e recaptura de peças, normalmente de igual valor.

USCF: Federação de Xadrez dos Estados Unidos (United States Chess Federation).

Variante: Uma linha de análise em qualquer fase da partida. O termo variante é freqüentemente aplicado a uma linha de abertura.

Xeque (+): É um ataque ao rei por qualquer peça ou peão.

Xeque descoberto: Posição em que um rei é posto em xeque pela movimentação uma peça que estava obstruindo o xeque. A força do xeque descoberto radica em que enquanto a peça em segundo plano aplica o xeque, a outra se move livremente para uma casa capturando ou ameaçando uma peça.

Xeque-mate (++ ou #; também chamado de mate): ocorre quando o rei está em xeque e não pode escapar. O jogador que levou xeque-mate perdeu a partida.

