

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS**  
**ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA**  
**CURSO DE MESTRADO EM GESTÃO EMPRESARIAL**

**VERSÃO PRELIMINAR DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADO POR**  
**PAULO ROBERTO DA SILVA BRUM**

**TÍTULO**

**A ESTRUTURA SUBCOGNITIVA DA VISÃO ESTRATÉGICA: UM EXPERIMENTO**  
**PSICOLÓGICO SOBRE A NATUREZA DOS CHUNKS**

**ORIENTADOR ACADÊMICO**

**ALEXANDRE LINHARES**

**VERSÃO PRELIMINAR ACEITA, DE ACORDO COM O PROJETO APROVADO EM :**

**DATA DA ACEITAÇÃO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

---

*ASSINATURA DO PROFESSOR ORIENTADOR ACADÊMICO*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr.Alexandre Linhares pelo incentivo constante e atenção com que orientou este trabalho.

À Professora Dra.Deborah Moraes Zouain, Diretora do Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa e a todo o grupo de funcionários pela presteza do atendimento.

Aos professores e jogadores de xadrez dos clubes Tijuca Tênis Clube (TTC), Club Municipal, Clube de Xadrez Guanabara (CXG), Associação Leopodinense de Xadrex (ALEX) e Associação Atlética do Banco do Brasil (AABB - Rio), pela inestimável colaboração.

Aos meus familiares, em especial, Lúcia e Joanésio que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu pudesse realizar este trabalho.

A minha esposa Adriana, meus filhos Matheus, Caroline e Gabriel e minha mãe Iva Nilce, pelo amor, carinho e compreensão dos meus momentos de ausência.

## RESUMO

Como decisões estratégicas são tomadas? O presente trabalho consiste em um experimento psicológico que visa buscar, de forma mais profunda, o entendimento da estrutura subcognitiva da visão estratégica, investigando a sua interação com os processos cognitivos de seres humanos: percepção, memória, e aprendizagem. Discutimos, nele, a natureza dos *chunks* (pedaços ou unidades), propondo, em oposição às teorias vigentes, serem eles providos de *essência* ou *significados*, em detrimento da *aparência* ou *características superficiais*. Deste modo, como domínio para o nosso experimento, escolhemos o jogo de xadrez, por apresentar menor complexidade do que as decisões na política ou na indústria. Focalizamos, assim, a importância que a percepção dos *papéis abstratos* desempenham numa determinada posição de xadrez, conduzindo os jogadores a uma visão estratégica desta. Além disso, após o experimento, verificamos que jogadores avançados de xadrez são capazes de perceber posições distintas na *aparência* como sendo “similares estrategicamente”, enquanto os principiantes tiveram maior dificuldade. Por fim, apresentamos parte de uma teoria emergente que reivindica ser a cognição humana nada mais que percepção abstrata, e propomos como a replicação desta teoria em outros domínios, por exemplo, no da administração e no do mundo real.

## ABSTRACT

How strategical decisions are taken? The present work consists of a psychological experiment that it aims to search the knowledge about the subcognitive structure of strategical vision of deeper form, investigating its interaction with the cognitives processes of human beings – perception, memory, and learning. We also argue the nature of *chunks* (pieces or units), that, in opposition to the current theories, we consider to be provided with *essence* or *meanings* in detriment of the *appearance* or *superficial features*. In this way, we choose as domain for our experiment the chess game, because its dealing with lesser complexity of the one that decisions in the politics or industry. Thus, we shows the importance that the perception of the abstract roles playing in specific chess position, leading to a strategical vision of this. Moreover, after the experiment, was verified that the expert chess players are capable to perceive distinct positions in the appearance as being “similar strategically”, while that the beginners had gotten greater difficulty. Finally, we present part of an emergent theory that claims that the human being cognition is nothing more than the abstract perception, as well as the replication of this theory in other domains, for example in the management and the real world.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	1
RESUMO .....	2
ABSTRACT .....	3
LISTA DE FIGURAS .....	6
LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE ABREVIATURAS .....	8
1. Introdução.....	9
2. Modelos vigentes do <i>expertise</i> humano no xadrez .....	19
2.1. CHREST – <i>Chunk Hierarchy and Retrieval Structure</i> .....	19
2.2. <i>Discrimination Nets</i> ou Redes de Discriminação.....	20
2.3. Simulações: fases de aprendizagem e de execução.....	22
2.4. CHUMP – <i>CHunks of Moves and Patterns</i> .....	24
2.5. Como poderia o modelo CHUMP lidar com a posição 6? .....	29
3. Experimentos sobre a percepção abstrata .....	33
4. Método.....	35
4.1. Participantes .....	35
4.2. Materiais .....	36
4.3. Procedimentos.....	38
4.4. Análise dos Dados.....	40
5. Resultados.....	43
6. Discussão .....	54
6.1. <i>Chunks</i> .....	54
6.2. Aprendizagem e a necessidade de ambigüidade e confusão.....	57

7. Conclusão e pesquisas futuras .....	60
8. REFERÊNCIAS .....	68
9. ANEXOS .....	72
9.1. Tabuleiro, peças e a notação do jogo de xadrez .....	72
9.2. <i>Rating</i> (Classificação dos jogadores de xadrez) .....	78
9.3. Tabela com resultados dos participantes do experimento .....	79
9.4. Questionário (partes 1 e 2) aplicado no experimento .....	80

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> O xeque-mate mais rápido possível e sua representação “econômica” .....	12
<b>Figura 2.</b> Posições 8 e 20 usadas no experimento deste trabalho .....	13
<b>Figura 3.</b> Posições 6 e 10 do experimento realizado .....	14
<b>Figura 4.</b> Nossa tese “caricaturizada”, do ponto de vista das brancas .....	16
<b>Figura 5.</b> Teorias vigentes e a postulada sobre <i>expertise</i> humano no xadrez .....	17
<b>Figura 6.</b> Um fragmento de uma rede de discriminação .....	21
<b>Figura 7.</b> Um exemplo de template CHREST .....	23
<b>Figura 8.</b> Quais são as frases mais similares? .....	33
<b>Figura 9.</b> As posições especiais 11, 12, 13, e 19 usadas no experimento .....	37
<b>Figura 10.</b> As posições especiais 14, 15, 17, e 18 .....	38
<b>Figura 11.</b> Conjunto de problemas na Física .....	49
<b>Figura 12.</b> Posições 1, 2, 4, 5, 7, e 9 .....	50
<b>Figura 13.</b> Posições 3 e 16 .....	51
<b>Figura 14.</b> O uso do associacionismo (e das correlações) .....	56
<b>Figura 15.</b> Descascando a “cebola” da cognição .....	60
<b>Figura 16.</b> Percepção da fonte das letras .....	62
<b>Figura 17.</b> Percepção de uma sequência de letras .....	63
<b>Figura 18.</b> <i>Bongard Problems</i> 91 e 97 .....	64
<b>Figura 19.</b> A posição inicial das peças no tabuleiro .....	72
<b>Figura 20.</b> As fileiras e colunas do tabuleiro de xadrez .....	73

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Papéis abstratos usados para projetar os pares das posições.....	40
<b>Tabela 2.</b> A probabilidade de um resultado “falso positivo” no experimento .....	42
<b>Tabela 3.</b> Uma visão exploratória do desempenho do grupo de controle .....	46
<b>Tabela 4.</b> Classificação FIDE .....	78
<b>Tabela 5.</b> Classificação FEXERJ .....	78
<b>Tabela 6.</b> Resultados dos participantes do experimento .....	79



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBX	- Confederação Brasileira de Xadrez
CHREST	- Chunk Hierarchy and REtrievel STructure
CHUMP	- CHUnks of Moves and Patterns
EPAM	- Elementary Perceiver and Memorizer
FEXERJ	- Federação de Xadrez do Estado do Rio de Janeiro
FIDE	- Fédération Internationale des Échecs
LTM	- long-term memory (ou memória de longo prazo)
POS	- pieces-on-square
SEEK	- SEArch, Evaluation and Knowledge
Soar	- State, Operator And Result
STM	- short-term memory (ou memória de curto prazo)

## 1. Introdução

*“Permaneço na Inglaterra até um ano antes da guerra começar, e, em tal momento, mudarei minha residência para a cidade de Nova Iorque.”*

O texto, em epígrafe, foi escrito, em 1937, por Leo Szilard, para o seu amigo cientista Michael Polanyi, em uma carta, certamente, peculiar. Como poderia alguém dizer o que faria *um ano antes* da guerra estourar? E o prognóstico dele estava errado por somente quatro meses. Leo Szilard chegou aos Estados Unidos no dia 2 de janeiro de 1938 (Rhodes, 1986). Era um homem de extraordinária visão estratégica. Na sua tese de Ph.D. em Física, conectou o movimento aleatório em equilíbrio térmico à teoria fenomenológica na sua forma clássica, na formulação de um teorema, algo a que, primeiramente, Albert Einstein reagiria com: “Isto é impossível! Isto é algo que não pode ser feito!”. A essa reação, ele respondeu: “Sim, eu sei, mas foi o que fiz”. Em 1933, Szilard previu os mecanismos de reação em cadeia, que desencadeariam a energia atômica, os quais imaginara como um modo substitutivo para guerra, algo que conduzisse a visão da humanidade para a exploração do Cosmo. Porém, por volta de dezembro de 1942, quando foi feito o primeiro experimento na construção de uma pilha crítica, num calmo ginásio de squash da Universidade de Chicago, ele estava presente e percebeu o que estaria por vir. Pressentiu que a energia atômica aumentaria o poder de devastação da humanidade e a conduziria a um medo ainda maior. Prontamente, enxergou uma desenfreada corrida armamentista, que mais tarde seria chamada de “a guerra fria”. Ao deixar o laboratório do ginásio, suas palavras a Enrico Fermi, condutor da experiência, foram: “Creio que este dia será conhecido como um dia negro na história da humanidade.” (Rhodes, 1986)

Qual é a natureza da visão estratégica? Por que algumas pessoas são capazes de prever as consequências globais de longo prazo a partir de eventos locais atuais, enquanto outras têm dificuldades para antecipar-se ou para perceber as experiências similares precedentes? Acreditamos que o melhor domínio para se estudar este problema, isoladamente, de muitas distrações, se encontre no jogo de xadrez. Há um número elevado de razões para se estudar a visão estratégica no xadrez. Dentre elas destacamos: (i) existe uma enorme quantidade de material de conteúdo multidisciplinar na literatura, variando dos experimentos da psicologia cognitiva aos modelos da Inteligência Artificial; (ii) há um histórico de resultados científicos obtidos, inicialmente no domínio do xadrez e, mais tarde replicados sobre muitos domínios diferentes, o que leva a serem feitas considerações práticas; (iii) a existência de um método robusto para classificar jogadores, de acordo com o nível de habilidade (o sistema ELO de classificação); e (iv) a existência de grande número de material publicado sobre os jogos de xadrez facilmente acessíveis. Portanto, o xadrez é um dos domínios clássicos para se estudar a interação entre a percepção, a memória, a aprendizagem e a visão estratégica.

Podemos iniciar a discussão com a noção de *significado*. Experimentos clássicos sobre memorização mostram que os mestres em xadrez são capazes de reconstruir posições *com significado*, depois de rápidos olhares para o tabuleiro, mas não podem reconstruir, com a mesma facilidade, posições em que as peças formam uma posição aleatória (De Groot 1965; De Groot e Gobet 1996; Chase e Simon 1973a; Chase e Simon 1973b; Gobet e Simon 1996a, Gobet e Simon 1996b; Gobet e Simon 1996c; Gobet e Simon 1998; Gobet e Simon 2000; Lories 1984; Lories 1987). Essa idéia conduziu a uma posição teórica: os mestres acumulam um número de *chunks* (pedaços), nos quais as posições com significado são rapidamente percebidas, mas são raramente encontradas nas posições aleatórias. A fim de estudar o

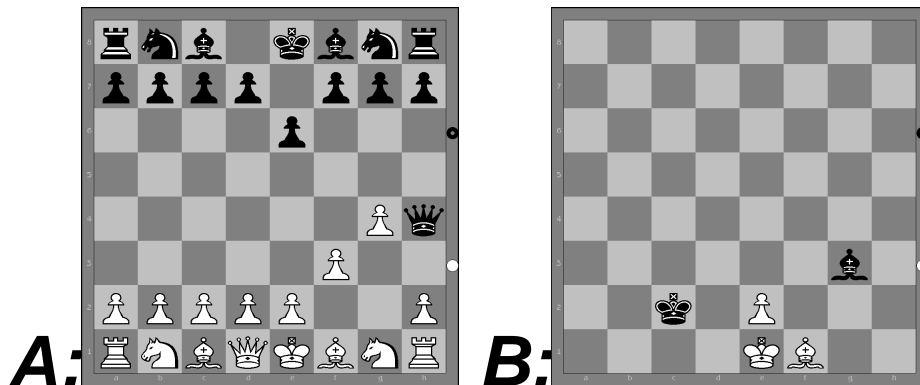
problema da visão estratégica, apresentamos, a seguir, um *insight*, uma questão fundamental e uma tese.

***Insight: a flexibilidade da percepção.*** No jogo de xadrez, existem situações estratégicas similares em que o número de peças varia, o conjunto de peças varia, os tipos de peças variam, a posição das peças varia e as árvores subjacentes da busca variam em profundidade e em largura.

Diferentes, porém similares: Todo estudante de jogo de xadrez terá visto situações estratégicas similares em que ocorreram algumas dessas variações de posições. Às vezes, essas são apresentadas, em livros para estudantes como “temas” ou “variações do problema”. Às vezes, os mestres em xadrez mencionam ter visto o mesmo jogo (ou posição) no passado, quando, na realidade, essa “mesma” posição havia variado num certo número de características. Abaixo, a figura 1 contém as posições A e B e oferece um bom exemplo extraído de um livro de aprendizagem para jogadores de xadrez. Como pode a posição A, com todas as peças no tabuleiro, ser estrategicamente similar à posição B, com apenas cinco peças? Como essas posições, com as árvores de busca, radicalmente diferentes, podem ser consideradas estrategicamente similares? Como tais posições, nas quais existem poucos (ou nenhum) tipos de peças em comum – reis excluídos – podem ser estrategicamente similares? Como podem ser estrategicamente similares as posições abaixo, em que as peças são encontradas em áreas totalmente diferentes? Exemplifiquemos com as posições 8 e 20 na figura 2, apresentam: (i) números distintos de peças; (ii) tipos diferentes de peças; (iii) diferente profundidade da árvore; (iv) diferente largura da árvore; (v) peças em diferentes posições e (v) distâncias diferentes entre as peças. Com todos esses aspectos expostos, dificilmente haveria uma semelhança entre as posições 8 e 20. Entretanto, quando

compreendemos essas posições e encontramos o xeque-mate, uma incrível similaridade emerge num nível de visão estratégica. Quais são os aspectos da percepção de uma posição no xadrez que estruturam a nossa visão estratégica? Essa flexibilidade de percepção de alto nível conduz-nos, naturalmente, à seguinte questão:

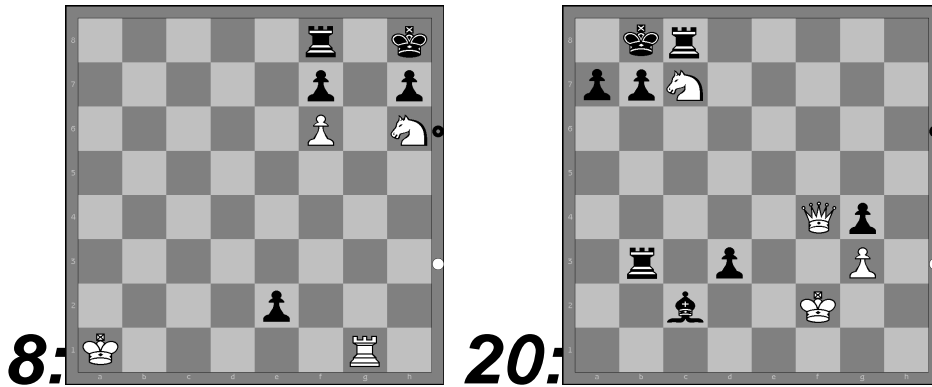
**Questão:** *a estrutura da visão estratégica.* Se muitas características entre posições diferentes podem variar, mantendo um grau elevado de similaridade estratégica nessas posições, então qual é o aspecto subjacente dessas posições que estrutura a similaridade estratégica?



**Figura 1.** O xeque-mate mais rápido possível e sua representação “econômica”, fornecida por Ban (1997, p.12). Dado que estas posições diferem no número de peças, na posição das peças e na árvore de busca (do ponto de vista do movimento precedente), como podem ser similares entre si?

Acreditamos que uma abordagem promissora para esta questão deve focalizar a percepção da similaridade das posições no xadrez num nível da visão estratégica. Assim, propomos que, subjacente à visão estratégica de jogadores de xadrez de nível avançado, há um processo de percepção dos papéis abstratos que as peças desempenham na posição. Em outras palavras, quando os jogadores percebem uma peça ou um grupo de peças (ou mesmo casas vazias) desempenhando um papel abstrato numa posição particular, um *chunk* é criado na memória de curto prazo ou STM (*short-time memory*). No capítulo 4 deste trabalho, um experimento revela que, quando papéis abstratos similares estão presentes em posições distintas, os jogadores avançados dizem possuir uma visão estratégica similar das posições apresentadas –

mesmo quando estas pareçam completamente diferentes em todos os seus aspectos subjacentes.

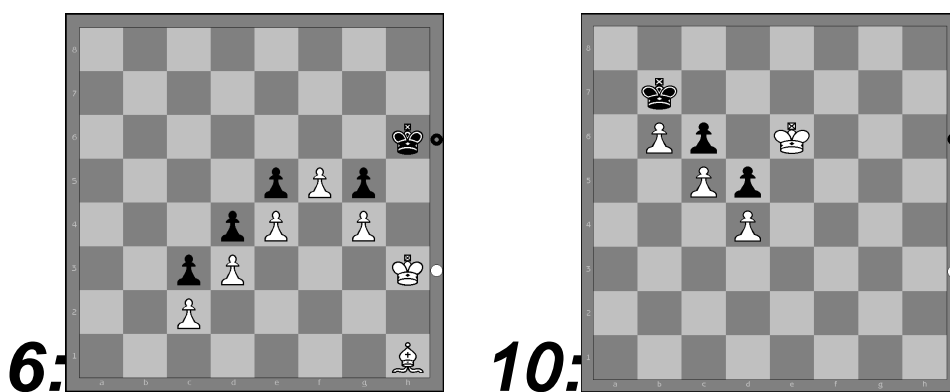


**Figura 2.** Posições 8 e 20 usadas no experimento deste trabalho.

As posições, apresentadas acima na figura 2, iniciam-se com o movimento para as peças brancas. Para os leitores não familiarizados com o jogo de xadrez<sup>1</sup>, as soluções a sequência de movimentos são descritas em seguida: Na posição 8, é apresentada uma variante da posição extraída de Charness *et al.* (2001), onde a torre branca é movida para g8, colocando o rei negro em xeque (ameaça de captura do rei pela peça oponente); a torre preta em f8 captura a torre branca em g8; e, finalmente, o xeque-mate (captura do rei) acontece, quando o cavalo branco em h6, captura o peão negro em f7. Na posição 20, o cavalo é movido de c7 para a6, colocando o rei negro em duplo xeque (pelo cavalo e pela rainha brancos); as negras escapam do xeque movendo o rei para a8; a rainha branca avança para b8, colocando novamente o rei negro em xeque; a torre preta em c8 captura a rainha branca em b8, livrando o rei negro do xeque. Por fim, chega-se ao xeque-mate, retornando o cavalo branco em a6 para c7. Estas variações do “*Philidor mate*” apresentam altíssima similaridade estratégica e nenhuma similaridade num nível superficial, de aparências.

<sup>1</sup> Veja anexo 9.1 para obter uma noção básica sobre a notação do xadrez.

Os jogadores avançados em xadrez que participaram do experimento, relataram que a posição 6 na figura 3 como a posição apresentada na figura 4, são percebidas como exatamente “as mesmas posições”, mesmo que, num sentido exato, não o sejam. Além disso, relataram que as posições 6 e 10 são percebidas como “muito similares” dentro do grupo de 20 posições usadas no nosso experimento (veja descrição do método no capítulo 3). Tendo as posições 6 e 10 diferido quanto ao número de peças, à posição das peças, aos tipos de peças presentes, à distância entre as peças, à profundidade e à largura da árvore de busca, então, como puderam, essas posições, radicalmente distintas, ser percebidas como “muito similares”? A tese postulada neste trabalho é a de que os jogadores avançados percebem os papéis abstratos desempenhados pelas peças e que, nessas duas posições, tanto os peões passados quanto os reis brancos ameaçam o rei negro em cooperação. Por isso, os papéis abstratos dos reis negros devem ser os de defender o peão branco de uma promoção (ameaça de tornar-se uma rainha) e a estrutura de seus peões do rei branco. Propomos que esses “papéis abstratos”, são estruturas cruciais que permitem ver posições extremamente distintas como similares, “num nível da visão estratégica”.



**Figura 3.** Posições 6 e 10 do experimento realizado.

**Tese:** “Jogadores avançados acessam chunks pela percepção de papéis abstratos. Os chunks são criados quando um conjunto de papéis abstratos é percebido ao ser desempenhado por uma peça relevante, por grupos de peças, ou por casas. Estes papéis abstratos emergem de

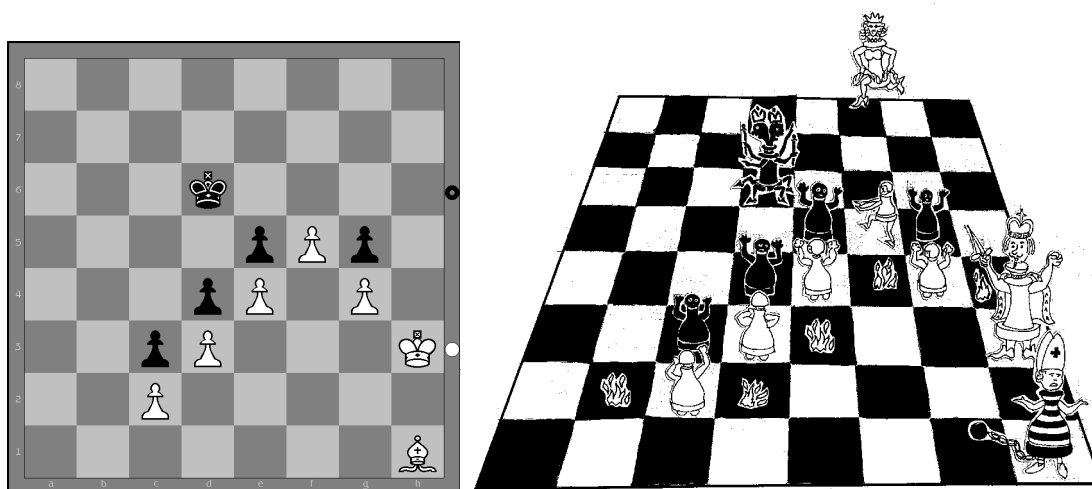
*níveis hierárquicos de pressões sutilmente percebidas, como das peças, das casas-chave, da mobilidade das peças e das relações de ataque, de defesa e de distância. Os chunks são compostos pelo conjunto de papéis abstratos, e a percepção destes conduz a uma visão estratégica de uma posição.” (Linhares, 2005a)*

Uma caricatura de nossa tese é apresentada, a seguir, na posição da figura 4. Depois de um olhar rápido, jogadores avançados em xadrez rapidamente reconhecem que: (i) as cadeias de peão se obstruem e dividem o tabuleiro e que a única passagem segura reside no quadrado a2; (ii) o bispo branco é mantido prisioneiro pela cadeia de peões; (iii) o rei branco está pronto para atacar, movendo-se para o outro lado do tabuleiro; (iv) o peão em f5 está apenas esperando o momento certo para alcançar a promoção e tornar-se uma rainha e (v) o rei negro é pressionado, tentando evitar a promoção do peão e defender-se de um futuro ataque do rei branco. O lado branco, de fato, promoverá, ao menos, um de seus peões e, rapidamente, alcançará o xeque-mate. Naturalmente, nós não propomos que os jogadores avançados percebam alguma peculiaridade (ou uma imagem visual como esta caricatura), mas, sim, a percepção dos *papéis abstratos*, das *funções intrínsecas*, desempenhadas por aquelas peças num nível global. Essa visão é sustentada pelo estudo de McGregor e Howes (2002), segundo o qual os “jogadores avançados em xadrez reconhecem uma peça dentro de uma posição principalmente por ela estar mais relacionada a ataque ou defesa do que à proximidade”. (McGregor e Howes, 2002, p.707).

É importante notar que, por ter tal percepção, seres humanos nunca consideram, por exemplo, o movimento prematuro do peão branco em f5 (ou algum movimento do bispo em h8). Dados estes conceitos muito simples, qualquer jogador humano – mesmo aqueles com treinamento básico nas regras do jogo de xadrez, podem, imediatamente, visualizar a estratégia

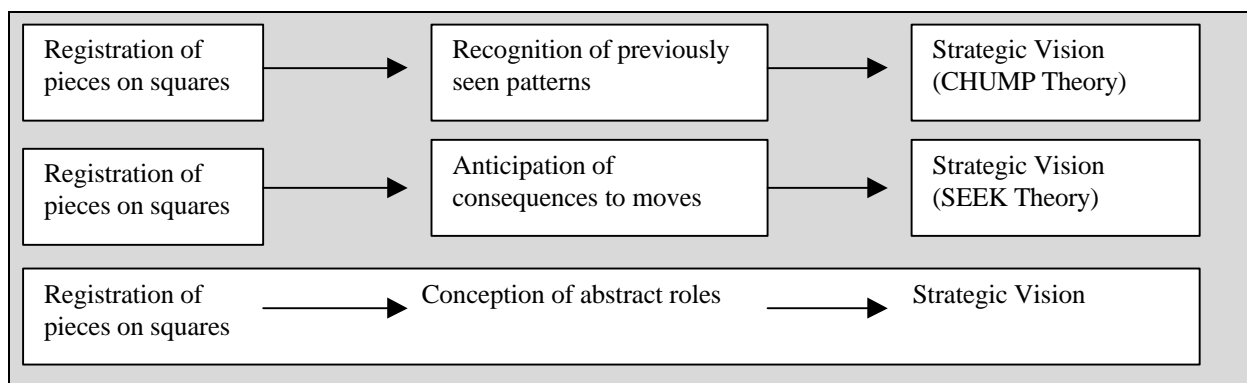


empregada. Por outro lado, os clássicos programas de xadrez para computadores consideram, rotineiramente, algumas possibilidades como o movimento do bispo, mesmo quando (ajudado ainda por técnicas que suprimem o esforço supérfluo), o conduza a explorar um imenso espaço combinatorial e a enfrentar o efeito horizonte (exemplos são discutidos em Linhares 2005a; 2005b). Questões que se apresentam: Como os seres humanos, rapidamente, negligenciam movimentos irrelevantes, tais como os mencionados? Como os mestres em xadrez possuem apurados mecanismos de seleção de movimentos? Como os seres humanos extraem a informação relevante da árvore de busca? Essas questões vêm sendo estudadas em círculos da Inteligência Artificial desde sua emergência nos anos 1950. A essência de nossa solução é: os seres humanos são capazes de conceber e visualizar uma estratégia, sustentada pela habilidade adquirida, para registrar rapidamente os papéis abstratos. As peças não percebidas, desempenhando papéis abstratos relevantes, são simplesmente descartadas para os próximos movimentos. Por conseguinte, quais deveriam ser os significados em termos de processamento da informação? Nós sabemos pelos estudos de Binet (1894) e de outros, como, Hearst e Knott (2003), que os seres humanos não visualizam o tabuleiro como representações fotográficas por meio de ilustrações. Então, o que constitui exatamente esse poder de visualização?



**Figura 4.** Nossa tese, “caricaturizada”, do ponto de vista das brancas.

Surge ainda outra questão: o que é essencial no processo subjacente à habilidade (*expertise*) no xadrez? Sintetizamos as propostas de cada teoria no esquema apresentado, a seguir, na figura 5. A teoria conhecida como CHUMP propõe que a percepção rápida das configurações das peças previamente visualizadas, conduz diretamente para uma possibilidade de movimentos; a teoria SEEK, analisada em Linhares (2005b), postula que “*thinking ahead*” (ou “pensar adiante”, i.e., a antecipação das conseqüências para os movimentos) é a chave do processo. Postulamos, aqui, que o processo chave é a concepção dos papéis abstratos que as peças, grupos de peças e de casas, desempenham numa posição. Postulamos também que os processos de registrar as peças, de conceber os papéis abstratos, de testar hipóteses, e de, gradualmente, formar uma visão estratégica, ocorrem em paralelo, ao invés de uma ordem sequencial – após Linhares (2005a).



**Figura 5.** Teorias vigentes e a postulada sobre *expertise* humano no jogo de xadrez.

Além disso, nossa teoria postula uma terceira possibilidade: “*pattern recognition*” (ou reconhecimento de padrões) está vinculado a “*thinking ahead*”, e “*thinking ahead*” envolve “*pattern recognition*”. Os processos são análogos à situação da água e da esponja: a água não pode claramente ser vista como separada da esponja. Nosso modelo computacional interliga ambos os processos, tornando impossível separar claramente os processos de reconhecimento dos padrões de “pensar adiante”. O processo de concepção e de visualização de uma estratégia exige processos sutis de “*thinking ahead*”. Uma contribuição importante deste trabalho é

discutir a percepção dos papéis abstratos como sendo uma entre várias correntes psicologicamente plausíveis de “processos e técnicas representativas de alto nível” (Chabris e Hearst, 2003), para modelar a seleção do movimento.

O presente trabalho está estruturado em 9 capítulos. Neste primeiro capítulo, introduz-se o estudo. No segundo, apresenta-se uma revisão da literatura, na qual são descritos os clássicos experimentos no domínio do xadrez, bem como são detalhadas as teorias e os modelos vigentes. No terceiro, descrevem-se dois experimentos sobre a percepção abstrata em outros domínios, com o objetivo de introduzir o nosso experimento. No quarto, apresenta-se a descrição dos materiais e métodos utilizados no experimento com jogadores de xadrez sobre a percepção de posições diferentes como “similares no nível da visão estratégica”. No quinto capítulo, é realizada uma análise dos resultados do experimento. São discutidas, no sexto capítulo, as principais distinções entre nossa posição e a literatura corrente. Por fim, é apresentada a conclusão deste trabalho e são propostos alguns problemas novos de pesquisa. Seguem-se os capítulos correspondentes às referências bibliográficas e aos anexos.

## 2. Modelos vigentes sobre *expertise* humano no xadrez

Na literatura encontramos diversos estudos sobre *expertise* no xadrez, porém destacaremos os mais influentes, que são baseados na teoria clássica *chunking*, colocada adiante originalmente, por Chase e Simon (1973a, 1973b), em arquiteturas computacionais modernas, tais como: CHREST e CHUMP. Vejamos, brevemente, cada um destes modelos nas seções seguintes.

### 2.1. CHREST – *Chunk Hierarchy and REtrieval STructure*

A julgar pelo número de citações que recebeu na literatura internacional indexada ISI, CHREST é a teoria computacional mais influente sobre *expertise*<sup>2</sup> (habilidade ou perícia) no xadrez. Ao contrário da teoria SEEK, CHREST é uma implementação em computador desenvolvida pela hipótese de que o processamento da informação é subjacente as suas fundações teóricas e, portanto, dispõe de recursos para: (i) ser incrivelmente rigoroso na definição dos termos, tais como *chunks*, *templates*, processos subjacentes dominantes no xadrez, e outros mais, que geralmente são definidos fracamente pela teoria SEEK e em outras teorias “verbais”; e (ii) ser testado cuidadosamente nas simulações, e ser comparado aos dados reais de humanos.

O objetivo de CHREST é ser “um modelo psicológico de *expertise* humano no jogo de xadrez” (De Groot e Gobet, 1996, p.215), portanto, “um modelo unificado” (ibid.), o que inclui a cognição por trás da aprendizagem, da percepção e da memória. É um sistema simbólico como os bem conhecidos SOAR ou EPAM. O sistema implementa a exploração

---

<sup>2</sup> Em janeiro de 2005, o artigo publicado por Holding (1992) resumindo a teoria SEEK baseada na antecipação das consequências de cada movimento recebeu 10 citações no banco de dados ISI - essa teoria também é analisada em Linhares (2005b). Em contraste, várias referências a respeito das idéias relacionadas a CHREST (De Groot e Gobet 1996; Gobet (1997,1998); Gobet e Simon (1998); Gobet e Jackson (2002); Gobet *et al.* (2001) alcançaram mais de 200 citações, e se incluirmos os artigos de Chase e Simon (1973a, 1973b) e Simon e Chase (1973), o número de citações cresce e ultrapassa 1000.

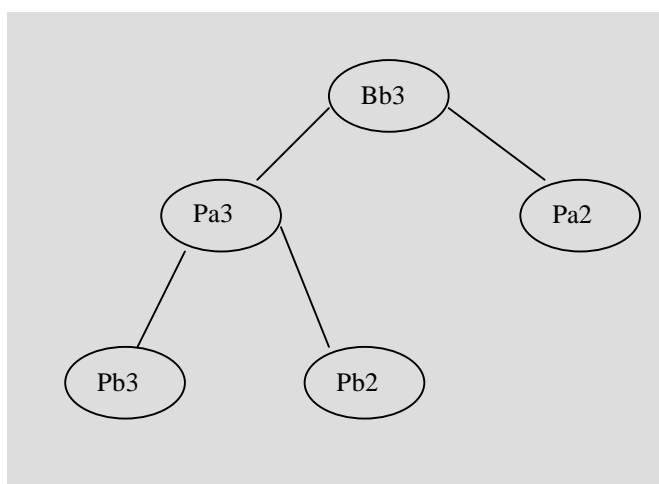
visual de uma posição num campo visual (igualado qualitativamente ao capturado pelo olho dos seres humanos), aprende pelo armazenamento de novos padrões na memória de longo prazo ou LTM (*long-term memory*), reconhece os padrões já armazenados na LTM, o que lhe permite construir uma representação do tabuleiro na STM e, finalmente, reconstrói posição com o conteúdo embutido nos *chunks* indicados pelos ponteiros na STM. A igualdade encontrada, nos dados humanos de jogadores avançados ou novatos, após uma curta ou longa exposição, com posições regulares ou aleatórias, é simplesmente notável. Dificilmente, poderá se propor um modelo de processamento de informação da cognição no xadrez enquanto se ignorar esta influente teoria.

Essa linha de trabalho propõe que “é tão difícil se tornar um mestre [... porque ...] diversas redes necessitam ser construídas, com muitas conexões dentro delas (redundâncias) e entre elas (ligações de produções semânticas)” (De Groot e Gobet, 1996, p.246, ênfase nossa). Visto que essas “diversas redes” são fundamentais para se compreender como CHREST e CHUMP operam, devemos investigar um pouco mais os seus mecanismos.

## **2.2. *Discrimination Nets* ou Redes de Discriminação**

Imagine uma máquina classificadora de moedas (aquela em que se encontram refrigerantes em lata, café e biscoitos para comprar). Se introduzimos e deixamos cair nela uma moeda, e em seguida, a gravidade realiza seu trabalho, fazendo uma série de testes baseados (na maior parte) na largura e no diâmetro da moeda. Este processo de ramificação de testes é o núcleo das redes de discriminação. No modelo CHREST, sempre que o campo visual faz a varredura de uma peça nova, por exemplo, bispo em b3 <Bb3>, então, o sistema buscará na LTM um potencial *chunk* candidato. Deixe-nos supor que um ramo inicial seja encontrado, ou nó, com essa informação. Esse nó pode ser conectado a uma série de outros nós, tais como <Pa2>,

<Pa3>, e assim por diante. Cada um destes nós (que, no nosso exemplo hipotético, já foram encontrados em posições precedentes e armazenados na LTM) agirá como um teste de um potencial *chunk*. Seu significado é algo como “Você encontrou um bispo branco no quadrado b3. Você enxerga agora um peão branco na casa a2?”. Cada um dos testes guiará os movimentos dos olhos (*eye saccades*) e oferecerá outros pontos de ramificação para que o sistema identifique um *chunk* potencial, que, geralmente, envolve uma variedade de peças. Os testes sempre incluem uma específica combinação de peças e casas (ou POS, do inglês *piece-on-square*). Semelhante às máquinas classificadoras de moedas, a rede de discriminação oferece uma rede de ramificações de possibilidades.



**Figura 6.** Um fragmento de uma rede de discriminação. As implementações atuais oferecem mecanismos mais sofisticados, tais como, *links* de redundância e *template-slots*, mas estas não diminuem o nosso argumento principal apresentado até aqui.

Compreendido o mecanismo, a analogia com máquinas classificadoras de moedas termina. A rede de discriminação está habilitada a desenvolver-se por dois mecanismos específicos: familiarização e discriminação. A familiarização consiste nos casos em que o *chunk* “é reconhecido como sendo compatível com o *chunk* classificado pela rede” (De Groot e Gobet, p.226), enquanto a discriminação consiste nos casos em que um *chunk* “é classificado como um nó e é reconhecido como sendo diferente da imagem do nó e, a seguir, um novo teste é

adicionado” (ibid.). A imagem do nó é a representação de um *chunk* previamente conhecido. Isso nos conduz a algumas das primeiras rigorosas definições oferecidas por CHREST sobre a natureza dos *chunks* e o conteúdo de STM.

“De acordo com Chase e Simon (1973a), os *chunks* são definidos como seqüências de peças, corrigida a latência com menos do que 2 segundos entre peças sucessivas.” (Gobet e Simon, 2000, p. 661). “Um *chunk* é codificado como uma lista de POS, classificada numa ordem arbitrária, tal como <Kg2, Re1, Pf2, Pg3, Ph4>. Um *chunk* pode consistir em uma única POS (por exemplo, <Kg2>)” (ibid., p. 671). O que os jogadores avançados fazem de fato? Pode-se dizer que “[...] reconhecem os *chunks* da LTM e colocam-lhes um ponteiro na STM. Estes *chunks*, que contêm diversos elementos que os novatos vêem como unidades, permitem aos jogadores avançados memorizarem a informação muito além do que os novatos podem relembrar”. (ibid., p. 652).

O conteúdo da STM é uma fila de ponteiros para os nós da LTM, como a tradicional implementação da estrutura de fila FIFO (*first-in, first-out*), onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair da fila. Isto é, os potenciais *chunks* são avaliados e descartados, rapidamente, depois que novos candidatos aparecem. Existe somente um *chunk* especial, que começa com o privilégio de nunca deixar a STM, isto é, em função de ser o maior *chunk* encontrado tão distante na LTM.

### **2.3. Simulações: fases de aprendizagem e de execução**

Então, como o sistema aprende? De acordo com os autores, “durante a fase de aprendizagem, o programa faz a varredura de uma base de dados com alguns milhares de posições do xadrez retiradas dos jogos de mestres. O sistema fixa em determinados quadrados, simulando os

movimentos dos olhos, aprende e armazena os *chunks* usando os processos da discriminação e da familiarização. Os *templates* e as ligações de similaridade são criados também neste momento”. (Gobet e Simon, 2000, p. 672)

*Templates* são “[...] simplesmente *chunks* grandes que descrevem os padrões que são freqüentemente encontrados, na prática, em jogos de mestres, especialmente as variações comuns de abertura, na qual evolui para *templates*” (Gobet e Simon, 2000, p. 679). *Templates* possuem um núcleo (um *chunk* de CHREST), mas são mais flexíveis do que os *chunks*, codificando uma série de *slots* com informações adicionais. Existem os *square-slots* que podem codificar as peças que cercam o *core* (núcleo) e as *piece-slots*, em que se codificam os quadrados ocupados pelas peças geralmente ligadas ao núcleo. Um exemplo de um *template* CHREST é mostrado, abaixo, na figura 7, depois que 300.000 *chunks* são armazenados na LTM – um tamanho para rede de discriminação vem sendo discutido de acordo com o nível de *expertise* dos jogadores mestres.

CORE:	
Pc4 Pe4 Pf3 Pg2 Ph2 Be3 Nc3	
pc6 pd6 pf7 pg6 nc5 bg7	
SLOTS:	
SQUARE SLOTS:	
c5:	—
d4:	—
g1:	<white king>
c3:	—
e5:	—
e3:	—
f7:	—
PIECE SLOTS:	
white rook	: <e1>
white bishop	: <f1>
white knight	: —
black bishop	: —
black knight	: <d7>
black pawn	: <b7>

**Figura 7.** Um exemplo de *template* CHREST (após Gobet e Simon, 2000).



Na fase de execução, algumas simulações são efetivadas para que o sistema possa reconstruir brevemente as posições mostradas. Há algumas variações no nível da habilidade e força (por exemplo, novatos, avançados, mestres, etc.), no tempo de apresentação e em relação a posições regulares contra posições aleatórias. O sistema demonstra um incrível ajuste aos dados humanos, cometendo eventualmente erros, que também são esperados pelos os seres humanos. Entretanto, CHREST não seleciona movimentos, mas é a partir da seleção de movimentos que os seres humanos aprendem o jogo de xadrez. Seria um passo natural, para essa teoria, expandir-se para um sistema com seleção de movimentos (*move-selecting system*): CHUMP.

#### **2.4. CHUMP – *CH*Unks of *M*oves and *P*atterns**

CHUMP, sistema da mesma família e fundamento teórico de CHREST, tem por objetivo selecionar um movimento (ao contrário da reconstrução de uma posição momentaneamente mostrada). Este sistema “cria duas redes de discriminação, uma para padrões de peças, como em CHREST, e outra para movimentos e seqüências dos movimentos. Ademais, as duas redes são conectadas por ligações associativas” (De Groot e Gobet, 1996, p.245), que permitem ao sistema propor movimentos baseados nos padrões específicos previamente armazenados na LTM:

“Por exemplo, dado o padrão <Pf2, Pg3, Ph3, Bg2> e dado o movimento <Bg2xd5> realizado no jogo, é fácil obter um nó na rede de movimentos (*move-net*), e CHUMP cria uma conexão entre os dois nós. No futuro, o padrão <Pf2, Pg3, Ph3, Bg2> servirá como uma condição para a ação <Bg2xd5>.” (De Groot e Gobet, 1996, p.245)

Esse é o mecanismo fundamental por trás do sistema, que também é composto de redes de discriminação adicionais, que por sua vez discriminam movimentos e seqüências de movimentos. Conforme De Groot e Gobet (1996) especula-se que, no futuro próximo, a implementação de uma memória semântica será baseada também nas redes de discriminação:

“O mesmo mecanismo pode ser utilizado para implementar uma memória semântica complexa. Acrescentando-se as redes, os padrões de peças e para (seqüências de) movimentos, as redes poderiam ser criadas para aberturas, planos, heurísticas, conceitos táticos, conceitos posicionais, etc.” (ibid., p.245)

Uma das suposições por trás deste sistema origina-se do fato de que os mestres no jogo de xadrez são incrivelmente rápidos em selecionar um bom movimento. Isso foi verificado em inúmeros experimentos, para não mencionar em torneios rápidos ou em jogos simultâneos contra múltiplos oponentes. Por causa disto, é que os projetistas vêm concentrando seus esforços na implementação de um sistema que obtenha movimentos muito rápidos e eficientes:

“It seems plausible, for example, that beginners and weak players will focus on abstract, non-located relations between pieces, like a ‘Knight attacks a piece that defends a Pawn’. [...] Such knowledge is general, but its price is that it takes time to interpret it and to apply it to a given position. As expertise grows, we expect that players will tie abstract, declarative knowledge to specific instances. The resulting compiled, variable-free knowledge is of course limited in its application but is very rapid to access and very reliable. This is the type of productions implemented in CHUMP.” (De Groot e Gobet, 1996, p.246)

CHUMP, entretanto, já foi criticado por diversas correntes teóricas. Alguns pontos importantes são destacados abaixo:

- Visto que o sistema é tão dependente da acumulação de um número elevado de *chunks*), Holding (1992) considera ser uma falácia inferir que a habilidade no xadrez determina a memória no xadrez, por conseguinte, que a memória, por si, é que deve determinar a habilidade; (Não concordamos com isso, mas propomos que o modelo *chunking* não é adequado pelas razões colocadas adiante).
- “[...] uma objeção importante para a simplicidade das teorias de *chunking* sobre a habilidade no jogo de xadrez inclui, como produto do sistema, a ligação entre o reconhecimento do *chunk* e a seleção do movimento. Como reconhecer *chunks* relativamente pequenos ou padrões que conduzam à escolha de movimentos específicos [...]?” (Chabris e Hearst 2003, p. 644).

Talvez, o maior problema das teorias atuais sobre percepção de padrões resida no fato de que elas carecem da flexibilidade presente na cognição humana. Tomemos, novamente, a posição 10 para um exame, e imaginemos todas as peças deslocadas uma, duas ou três casas para esquerda ou para baixo ou ambas. Por causa dessa posição imaginada, agora as peças residem em casas diferentes e, de acordo com as teorias de *chunking* tradicionais, *chunks* completamente novos são trazidos da LTM. Em outras palavras, as teorias de *chunking* – baseadas em mecanismos tão rígidos como redes de discriminação” – enxergam uma posição completamente diferente, contendo um novo conjunto de *chunks* após o deslocamento das peças. Sua “memória” da posição imaginada seria completamente diferente daquela posição original. Contudo, a posição deslocada é realmente diferente da original no seu sentido verdadeiro? Qualquer ser humano é capaz de deslocar as peças e de enxergar que “é exatamente a mesma posição”.

Este trabalho não pode confiar em tal afirmação sem que um experimento cuidadoso seja conduzido. McGregor e Howes (2002) questionaram a suposição de que os *chunks* eram baseados unicamente na informação de POS e, na maioria das vezes, nas proximidades das peças. Eles apresentaram 30 posições de “meio” e “final” de partida no xadrez, durante 30 segundos, para um grupo de jogadores novatos e avançados. Posteriormente, apresentaram 30 posições e perguntaram aos participantes se algumas delas faziam parte do conjunto original. As novas posições foram divididas em três conjuntos: (i) 10 posições do conjunto original; (ii) 10 posições alteradas, nas quais todas as peças foram trocadas (i.e. as relações permaneceram constantes, mas a informação POS foi transformada); e (iii) 10 posições “distorcidas” nas quais uma simples peça foi colocada em lugar trocado, tendo esta alteração interferido drasticamente nas relações básicas de ataque e defesa. Os resultados, evidentes, demonstraram, por exemplo, que os jogadores com alto *expertise* responderam que metade das posições alteradas pertenciam ao conjunto original, enquanto apenas uma média de 1.83 das posições “distorcidas” receberam uma resposta “falso positivo”. O efeito do tipo de transformação foi descoberto pelo grupo com alto *expertise* como sendo significativo na posição, ao passo que o grupo com baixo *expertise* não pôde diferenciar entre posições originais, alteradas e “distorcidas”. Portanto, “os participantes com alto *expertise* apresentaram acima de 80% de exatidão na rejeição de posições com diferentes relações entre peças, apesar das pequenas mudanças entre as posições originais estudadas e as posições “distorcidas”. Os participantes avançados foram os rápidos e mais apurados não só na discriminação das novas relações entre peças mas também nas novas localizações de todas as peças. Em seguida, eles perceberam, intuitivamente, que os *chunks* eram compostos, na maioria das vezes, de peças vizinhas. Os resultados de seus estudos elementares “foram consistentes com o ponto de vista de que a presença de uma relação de ataque e defesa entre

as peças numa posição é mais significativo para a organização da memória do que a proximidade das peças. A visão das peças com muita proximidade espacial que são colocadas como *chunks* na memória, não foi encontrada nos resultados”. (ibid., p.713)

Deste modo, as teorias *chunking* baseadas em mecanismos da rede de discriminação agindo sobre POS parecem não reproduzir a flexibilidade requerida na percepção humana no jogo de xadrez. Isso, pelo menos, no que diz respeito à habilidade de visualizar que, *mesmo na superfície, cada peça mudou, mas, na essência a posição permanece a mesma* – e conduz à situação estratégica. A palavra chave aqui é *essência* que iremos focalizar no quarto capítulo, quando discutiremos como os jogadores avançados e os novatos percebem similaridades da visão estratégica entre posições diferentes no jogo de xadrez.

Chabris e Hearst (2003) também levantam uma questão crucial: os *chunks*, reconhecidos em teorias atuais, que são percebidos nas configurações superficiais de POS não estão diretamente associados com a estratégia do jogo, porque seria necessária uma perspectiva global da posição. É óbvio que a percepção de um *chunk* específico não pode conduzir diretamente a nenhum movimento, porque, para cada *chunk*, existe um inimaginável número de posições, nas quais está presente, e cada uma dessas posições apresenta distintas possibilidades de movimento. Em seguida, Chabris e Hearst (2003) afirmam que “outros processos de mais alto nível” (como fatores associativos, a busca extensiva, a avaliação, a visualização e, talvez, “alguns adicionais até agora não identificados nas teorias conceituais ou representacionais”), devem intervir entre o conhecimento de padrões e a seleção de movimentos. Os bispos são geralmente peças poderosas, mas, como poderá ser visto na posição 6, isso nem sempre é verdade. Nenhum *chunk* que incluir o bispo deve ser associado, simultaneamente, a uma estratégia em que esse bispo seja uma peça chave e a outras em que

ele é irrelevante. Na seção seguinte, discutimos e ilustramos este último argumento, com o simples exemplo da posição 6.

## 2.5. Como poderia o modelo CHUMP lidar com a posição 6?

Vejamos como o sistema CHUMP pode manipular a posição 6. Deve ser óbvio, neste ponto, que as brancas têm uma vantagem por estar ganhando e que os únicos movimentos que fazem sentido são rei o branco em g2 ou g3. A pergunta com que nos deparamos neste momento é: como poderia CHUMP encontrar esses movimentos?

Esse deveria ser um problema fácil, pois há somente seis movimentos disponíveis para as brancas nesta posição, e dois estariam corretos, no sentido de que poderiam ser um ponto de começo para uma estratégia vencedora. Mas, não é tão fácil como parece a princípio.

Gobet e Simon (2000) destacam que, na “fase de aprendizagem, o programa faz a varredura de uma base de dados com alguns milhares de posições do jogo de xadrez”. Isso permite CHREST construir uma rede de discriminação com 300.000 nós – número ainda discutível, para se assemelhar ao conhecimento de um jogador mestre. Há diversas maneiras de criar o *chunk* com as peças, como foi apresentado anteriormente. Entretanto, visto que CHREST, configurado no nível de mestre, pode criar *chunks* grandes com inúmeras peças, é completamente possível o sistema construir um único *chunk* ou *template* para considerar a posição 6. Está além daqui, CHREST poder, com quase certeza absoluta, reproduzir esta posição após uma breve apresentação.

Para CHUMP resolver este problema, ele teria que encontrar *chunks* apropriados em sua rede de discriminação e os movimentos potenciais, associados a tais *chunks*, na rede de

discriminação de movimentos. Dependendo de um específico *chunk* selecionado na rede de discriminação de movimentos, o sistema teria razões para jogar os seguintes movimentos errados:

- Um peão passado sugere, obviamente, a tentativa de promovê-lo, deste modo o sistema imediatamente teria uma razão para realizar o movimento para f6; dito de outra forma, o sistema teria na rede de discriminação de movimentos (*move-net*), numerosos movimentos desse tipo;
- O bispo está defendendo, no momento, somente o peão em e4, porém um dos seus dois movimentos possíveis seria defender duas peças, então, outra vez o sistema teria uma razão para mover o bispo – e os movimentos desse tipo apareceriam na rede de discriminação de movimentos.

Como poderia, então, o sistema encontrar uma razão para os movimentos corretos do rei branco? A única possibilidade origina-se da acumulação de *chunks* com estes específicos POS, encontrando, depois, os movimentos associados do rei na rede de discriminação de movimentos. Assim sendo, CHREST, configurado no nível de um mestre, para a reconstrução da posição, faz a varredura de “milhares de posições do jogo de xadrez” na sua fase de aprendizagem. Poderia, porém, esta posição, ou talvez uma posterior a ela, estar naquele conjunto de posições? Nós conduzimos uma busca na base de dados do *software* Chessmaster 9000 versão 1.0.0 (fabricante Ubi Soft, ano 2002) de 504.550 jogos completos. Se assumirmos um número médio, um tanto pessimista, de 30 movimentos por jogo na base de dados, neste caso, teremos 15.136.500 posições disponíveis para incluir em uma rede de discriminação de movimentos e seqüência de movimentos alcançando um ganho elevado da ordem de grandeza do usado por CHREST no experimento nivelado como mestre. A fim de levantar as possibilidades de encontrar esta posição, consideramos uma série de posições

subseqüentes, variando o rei branco da sua casa original para c4, um ponto óbvio na sua trajetória e, portanto, mais fácil de encontrar na base de dados. Também variamos o rei negro de seus quadrados originais para f7, para e7, e para d6, possibilidades igualmente óbvias. Variamos, ainda, a posição do bispo. Finalmente, removemos o bispo da posição. Em todas essas buscas realizadas, sequer um único jogo incluiu esta posição ou as inúmeras variações usadas – num total bem acima de 100 milhões de posições extraídas de jogos reais que foram pesquisados. Assim, somos conduzidos a pensar que é improvável que CHUMP olhando os milhares de posições, seria capaz de justificar um movimento correto do rei branco, se as específicas POS não puderem ser encontradas entre 15 milhões de posições disponíveis.

Embora CHREST/CHUMP não procurem pelas posições exatas, mas somente padrões, não há nada a ser obtido, olhando para padrões isolados. Qualquer enquadramento em *chunks* separados (ou *templates*) não sugere uma *perspectiva global* desta posição. Isso ocorre porque, em primeiro lugar, o rei branco vai para a2, em seguida muda abruptamente a direção, ameaçando o peão em e5. Qual o *chunk* (isolado), como o postulado, poderia conduzir a um movimento diretamente associado àquele produzido pelo sistema que segue uma trajetória global do “zigue-zague”?

Para finalizar nossa análise, CHUMP não poderia ter as redes de discriminação requisitadas para os movimentos do rei branco, a menos que, na sua fase de aprendizagem, fosse aumentada por várias ordens de grandeza. Porém, se uns poucos milhares de posições fossem suficientes para alcançar o “nível mestre” em CHREST, seria altamente questionável fazer esse aumento de grandeza em CHUMP, enquanto permanecesse no “nível de mestre” na arquitetura de CHREST. Parece haver alguma coisa faltando na arquitetura CHUMP.

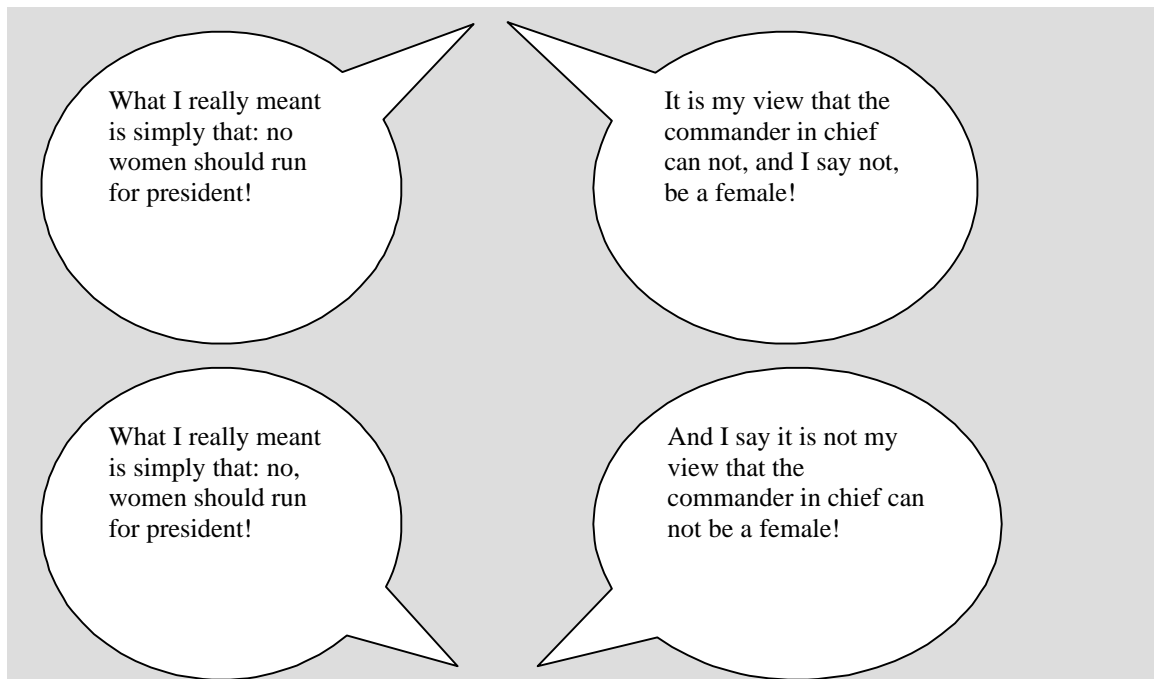


Propomos que a sua deficiência principal é a necessidade semântica de acessar os papéis abstratos.

Um outro ponto mencionado que merece atenção, é o fato de que não existe nenhuma POS, que, CHREST e CHUMP poderiam considerar a similaridade abstrata entre as posições 8 e 20 ou posições 6 e 10. Um desafio ainda maior é apresentado pelas dez posições do grupo de posições especiais em nosso experimento, que será discutido detalhadamente no próximo capítulo.

### 3. Experimentos sobre a percepção abstrata

Antes de apresentar nosso experimento e seus resultados, é importante estabelecer o raciocínio por trás dele. Considerem-se, por exemplo, as frases na figura 8. Existe uma similaridade superficial entre os pares apresentados verticalmente, e uma similaridade semântica entre os pares apresentados horizontalmente. As frases em pares horizontais poderiam ser pronunciadas pela mesma pessoa, mas não aquelas frases similares na sua superfície.



**Figura 8.** Quais são as frases mais similares? Esta é uma questão sobre a similaridade superficial em oposição à similaridade semântica. Nas frases à esquerda, uma única vírgula introduzida pode transformar radicalmente todo significado. Nas frases à direita, algumas palavras foram deslocadas e uma vírgula executa o mesmo efeito. Embora a escolha das palavras e de suas seqüências seja extremamente similar, quando estas frases são olhadas verticalmente, elas produzem mensagens muito distintas. Por outro lado, as frases olhadas horizontalmente compartilham somente das palavras “I” e “is”, porém são extremamente similares num nível semântico. Este experimento forneceu, até o momento, provas de que este mesmo efeito surge sobre a percepção de um tabuleiro de xadrez, portanto colocando em dúvida as teorias que pretendem explicar *expertise* no jogo de xadrez registrando específicas POS e *template-slots*, tal como o programa de pesquisa gerado pela teoria de *chunking* (Chase e Simon 1973a; 1973b).

Julgamos ser interessante comentar sobre um experimento anterior da lingüística cognitiva. Sacks (1967) demonstrou que os indivíduos pesquisados memorizaram o significado de um parágrafo, embora, tenham esquecido rapidamente as palavras que formavam o texto.

O trecho original do parágrafo utilizado no seu experimento, é apresentado abaixo:

“In Holland a man named Lippershey was an eyeglass maker. One day his children were playing with some lenses, and they discovered that things seemed very close if two lenses were held about a foot apart. Lippershey began experimenting, and his “spyglass” attracted much attention. He sent a letter about it to Galileo, the great Italian scientist. Galileo built his own instrument, took it out on the first clear night, and was amazed to find the empty dark spaces in the sky filled with stars!

Sachs então perguntava quais das seguintes frases eram encontradas no texto:

1. Galileo, the great Italian scientist, sent him a letter about it.
2. He sent Galileo, the great Italian scientist, a letter about it.
3. He sent a letter about it to Galileo, the great Italian scientist.”

Os participantes perceberam facilmente que a frase 1 não estava no texto, mas a maioria pensou que a frase 2 era a sentença correta. Verificou-se que os participantes foram capazes de captar a essência da mensagem do parágrafo, porém não conseguiram relembrar as palavras utilizadas. O ponto crucial deste experimento é que ele revela que a memória é mais propensa a registrar a similaridade semântica do que a similaridade superficial. Afirmções similares foram mencionadas no xadrez, como apresentado a seguir: “Mestres podem não relembrar movimento a movimento de jogos específicos ou fragmentos de jogos, entretanto eles podem descrever as fases principais, como posições críticas, e normalmente a abertura jogada.” (De Groot e Gobet, 1996, p.214)

## 4. Método

Nosso experimento é bem análogo a estes que foram explicados no capítulo anterior. Seleccionamos, ao longo do ano de 2005, no município do Rio de Janeiro, vários jogadores de xadrez durante torneios ou reuniões semanais em seus próprios clubes. Aos jogadores pesquisados, foi pedido para encontrar as posições com uma essência similar, mesmo quando as estruturas de peças eram completamente diferentes. O raciocínio por trás desse experimento é bem direto: se a visão estratégica for determinada pela percepção de papéis abstratos, então duas posições muito distintas que possuam peças apresentando *papéis similares* devem ser percebidas como similares num nível de “visão estratégica”.

### 4.1. Participantes

Quarenta e três jogadores de xadrez, com variados graus de habilidade e experiência, participaram do nosso experimento. Contudo, sete questionários foram descartados devido a erros no preenchimento. O experimento foi realizado em clubes de xadrez ou em torneios organizados pela Federação de Xadrez do Estado do Rio de Janeiro (FEXERJ). Isto significa uma amostra que compreende 4,5% dos jogadores de xadrez dessa entidade. Os participantes foram divididos em dois grupos, de acordo com o ELO *rating*<sup>3</sup> obtido pela Federação de Xadrez do Estado do Rio de Janeiro. O primeiro grupo era composto por vinte e dois jogadores com *rating* acima de 1599 pontos, com uma média em torno de 1942 ( $SD=168$ ). Nesse grupo predominavam jogadores classes A e B, e mais dois jogadores mestres FIDE (Federação Internacional de Xadrez ou *Fédération Internationale des Échecs*), bem como alguns jogadores que eram professores de xadrez, árbitros e especialistas em solucionar

---

<sup>3</sup> *Rating* é uma pontuação numérica calculada através de uma série de operações matemáticas (probabilidade e estatística) de acordo com o desempenho do jogador nas diversas competições. A partir de 1971, a FIDE adotou e recomenda às demais federações o Sistema ELO (do professor norte-americano Arpad E. Elo) para cálculo dos pontos. Veja também Elo (1978).

problemas de xadrez. Já o segundo grupo era composto por quatorze jogadores com *rating* até 1599, e três desses sem *rating*. Os jogadores principiantes e estudantes que faziam parte desse grupo apresentavam uma média de 1299 ( $SD=206$ ). A esse grupo resolvemos chamar de “grupo de controle”.

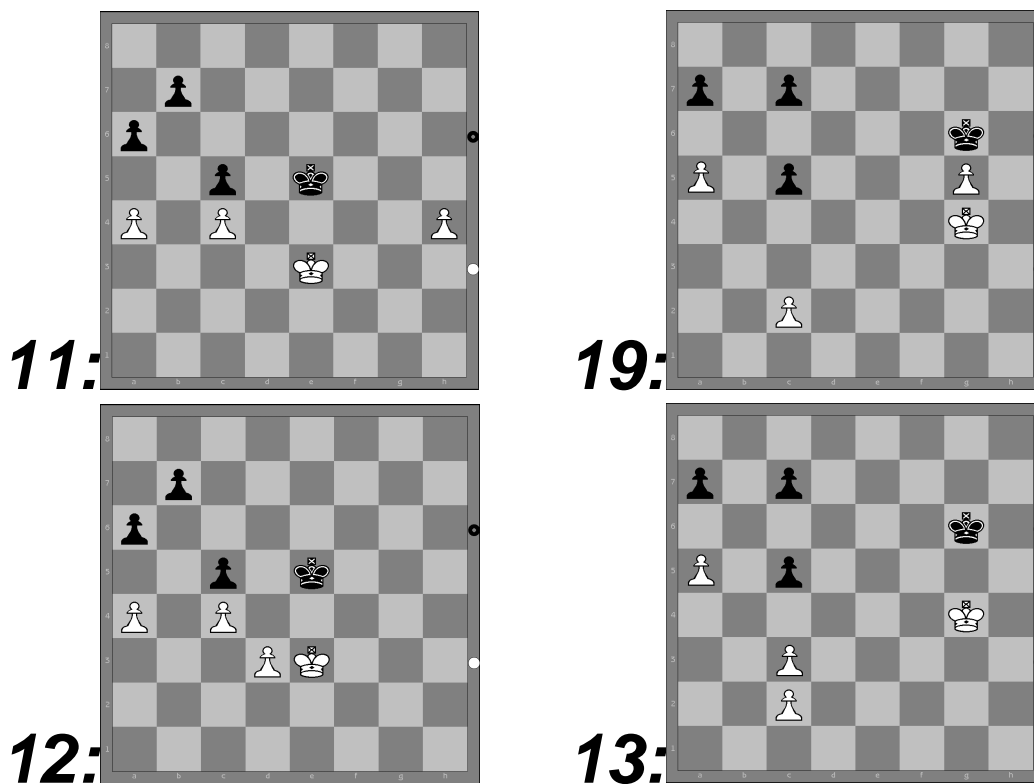
## 4.2. Materiais

Um conjunto de vinte posições do jogo de xadrez foi cuidadosamente projetada para que os papéis abstratos chave, desempenhados pelas peças, também pudessem ser encontrados em outras, geralmente numa posição muito distinta, de modo que a teoria predissesse 10 pares esperados. Os papéis abstratos usados no experimento serão descritos mais adiante na tabela 1. Existiam 10 posições *especiais*, que eram muito similares em pares específicos de POS (com uma única peça incluída ou deslocada para uma outra casa no tabuleiro). Todas as posições eram brancas a jogar e representavam situações de “meio” e “final” de partida de acordo com as regras do xadrez. As posições eram fáceis de resolver, com exceção, talvez, da posição 13. As intenções, por trás das posições fáceis, são as de permitir que: (i) os cientistas cognitivos não familiarizados com o jogo de xadrez compreendessem o objetivo sem muita dificuldade; (ii) uma comparação entre jogadores avançados e principiantes pudesse fornecer resultados criteriosos; e finalmente, (iii) ao estudar os erros cometidos pelos principiantes, deveriam surgir alguns pontos fundamentais sobre o processo de aprendizagem.

As 10 posições especiais foram planejadas, especificamente, para verificar se os jogadores avançados poderiam perceber a essência das posições que, diferentemente da aparência na superfície, eram extremamente similares (POS ou *piece-on-square*). Como mencionado acima, estas posições tiveram, na maioria, uma peça deslocada para um outro quadrado, ou então, um peão introduzido, que embora não alterasse significativamente a estrutura de POS,

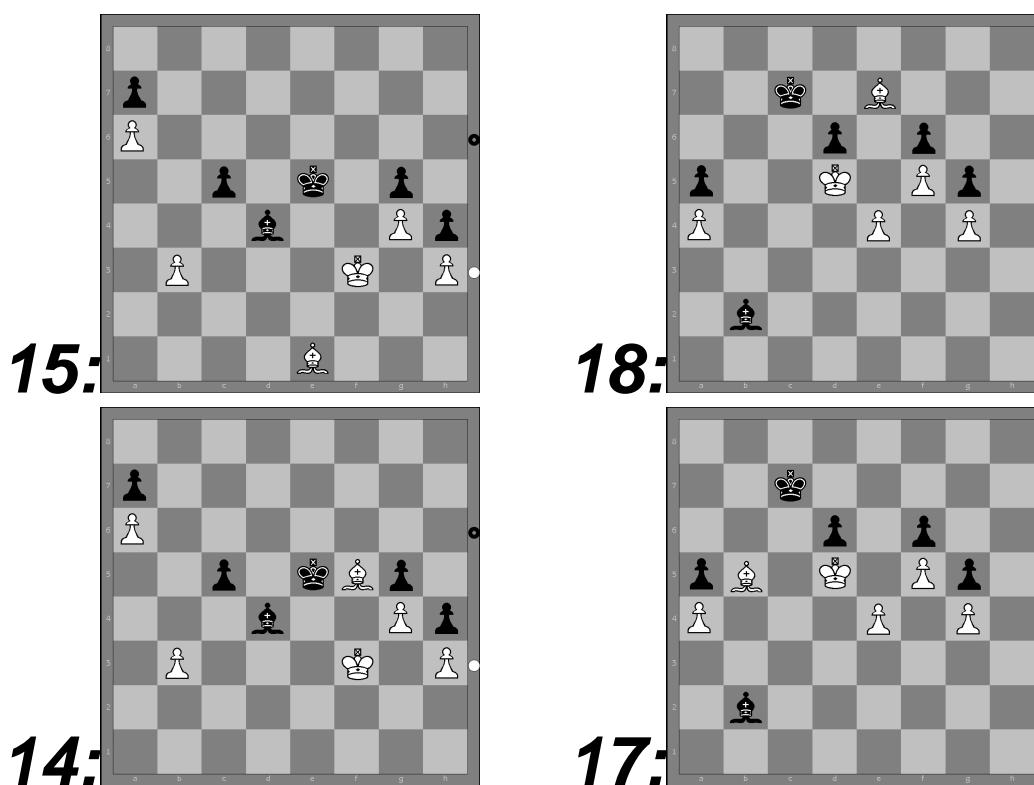
podiam alterar drasticamente a situação estratégica. Com o propósito de apresentarmos algumas das posições especiais usadas no experimento, apreciemos o desenrolar dos movimentos sugeridos e as soluções nas figuras 9 e 10.

De acordo com a teoria clássica *chunking* (como CHREST e CHUMP), podemos afirmar que, na figura 9 mostrada abaixo, as posições visualizadas verticalmente devem ter uma grande similaridade, porque compartilham de uma grande quantidade de POS (*piece-on-square*). Entretanto, o deslocamento de um único peão muda radicalmente a percepção dos jogadores avançados no nível estratégico da visão. As posições na fileira superior são vistas como uma clara vitória para as brancas, enquanto as posições na fileira mais baixa são percebidas como conduzindo a um empate e, por esta razão, mais similares no nível estratégico da visão.



**Figura 9.** As posições especiais 11, 12, 13, e 19 usadas no experimento.

Abaixo, na figura 10, existe uma única POS diferente no nível da superfície, que acarreta uma mudança significativa no nível da visão estratégica. Os bispos, nas casas de mesma cor (fileira superior), conduzem claramente a uma vitória para as brancas, enquanto os bispos de cores diferentes (fileira inferior) conduzem a um empate. O leitor deve notar que a combinação das posições (14-15) e (17-18), na qual era intencional a ordem de apresentação das posições, não corresponderia às expectativas sustentadas pela teoria postulada neste trabalho, mas seria vista, como mais similar, pelos modelos baseados na teoria *chunking*.



**Figura 10.** As posições especiais 14, 15, 17, e 18.

### 4.3. Procedimentos

As posições foram misturadas e colocadas numa ordem aleatória, devidamente numeradas de 1 a 20. Foram aplicados dois questionários bem simples. A primeira parte apresentou cada posição, isoladamente, por página, e se perguntou aos participantes qual era o desenrolar da posição, a saber: uma vitória para as brancas, uma vitória para as negras ou um empate.

Também foi pedido aos participantes que informassem o primeiro movimento para as peças brancas. Esta fase tinha a pretensão de fazer com que os jogadores de xadrez se familiarizassem com cada posição, como uma preparação para o experimento. Como foi dito, anteriormente, as posições foram apresentadas numa ordem misturada em ambos os questionários e, de acordo com nossa teoria, a posição 1 deveria ser combinada com a posição 7, a posição 2 com a 4, e assim por diante. As combinações previstas pelo nosso modelo são apresentadas na tabela 1.

Na segunda parte, os participantes receberam duas folhas contendo, todas as 20 posições (na mesma ordem em que foi apresentada no primeiro questionário) e uma terceira folha contendo os números {1.2.....20}, num arranjo circular. Foi dito aos jogadores que a tarefa deles era encontrar 10 pares daquelas posições, associando-os aos números correspondentes de cada posição através do desenho de uma linha ou escrevendo o par da forma  $x - y$ . Além disso, não poderia haver posição repetida em pares diferentes, nem restar posição alguma. Os jogadores foram particularmente instruídos para procurar a “similaridades da visão estratégica”, “a essência”, e não “a aparência”, de acordo com a sua própria percepção de como as posições evoluíam estrategicamente. Nenhuma outra instrução foi dada. Os participantes tiveram 20 minutos para combinar os pares de posições.



Pares previstos	Papéis Abstratos
1—7	Branco a mover peça para uma casa protegida e xeque-mate
2—4	Branco a mover peça para uma casa guardada pelo negro e aplica xeque-mate descoberto
3—16	Estrutura de peões bloqueando a passagem; Ambos os reis estão sem possibilidade para atacar
5—9	Branco tem uma peça que ataca simultaneamente o rei negro e outra peça importante ( <i>fork</i> absoluto), conduzindo a um significativo ganho de material
6—10	Rei branco e peão passado cooperam entre si ameaçando a promoção; Rei negro deve defender-se de ambos ataques até ser dominado
8—20	Rei negro tem mobilidade restringida (sem movimento), após branco sacrificar peça importante e manter o cavalo bem próximo
11—19	Branco tem estrutura de peões e rei, onde este e um peão passado cooperam entre si ameaçando a promoção
12—13	As estruturas de peões são percebidas como um bloqueio para ambos lados
14—17	Cadeia de peões sem movimentos; Bispos sem possibilidade para ataque
15—18	Cadeia de peões sem movimentos; Bispo branco capaz de atacar, bispo negro sem possibilidade para ataque

**Tabela 1.** Papéis abstratos usados para projetar os pares das posições.

No experimento, a primeira variável dependente analisada foi o número de pares combinados conforme o esperado pela teoria. Posteriormente, a segunda variável dependente analisada foi o número de pares combinados, originado das posições especiais. Os resultados serão apresentados no capítulo 5.

#### 4.4. Análise dos Dados

Antes de iniciarmos a análise dos resultados do nosso experimento, é importante discutir quanto um conjunto de 10 pares pode nos fornecer várias informações em termos de qualidade e quanto os resultados obtidos podem ser confiáveis. Suponhamos que, um jogador avançado encontrasse a combinação exata dos pares previstos pela nossa teoria de xadrez com base na visão estratégica. Qual é a probabilidade dessa combinação exata acontecer por acaso? Se existisse uma probabilidade elevada de ocorrer um resultado “falso positivo”, então

a robustez do nosso experimento seria obviamente questionável. Vejamos a análise combinatória dos pares apresentados, e posteriormente, calculamos a probabilidade, de modo que um resultado “falso positivo” pudesse ocorrer em nosso experimento.

É muito simples planejar uma fórmula. Se existem  $N$  posições num conjunto, vamos imaginar que os jogadores pesquisados devam escolher uma daquelas posições e procurar por uma outra, formando assim o primeiro par. Existem, nesse momento,  $(N-1)$  posições a serem combinadas, de modo que, uma outra é escolhida, têm-se  $(N-1)$  ramos desta árvore de decisão. No passo seguinte, existem  $(N-2)$  posições restantes. Seguindo este mesmo raciocínio, um participante tem  $(N-3)$  opções para escolha, logo, a árvore da decisão contém agora  $(N-1)(N-3)$  nós finais. Uma vez que este raciocínio se estenda para o conjunto inteiro de posições, ou seja, até que reste somente um único par, a equação que define o número possível de pares distintos é dada por:

Para  $N$  posições,  $N$  sendo par, temos  $(N-1).(N-3).(N-5). \dots (1) = \prod_{i=1}^{N/2} (2i-1)$  de possibilidades de combinar pares distintos.

Podemos notar que, pela rapidez com que cresce o número de possibilidades distintas é, obviamente, uma explosão combinatória. A tabela 2, abaixo, é formada por colunas que indicam o número de posições, o número de pares possíveis e a probabilidade de ocorrer um resultado “falso positivo”.

Posições	Pares possíveis	Probabilidade "falso positivo"
2	1	1
4	3	0,3333333333
6	15	0,0666666667
8	105	0,009523810
10	945	0,001058201
12	10.395	9,62001E-05
14	135.135	7,40001E-06
16	2.027.025	4,93334E-07
18	34.459.425	2,90196E-08
20	654.729.075	1,52735E-09

**Tabela 2.** A probabilidade de um resultado “falso positivo” ocorrer, dadas 20 posições é insignificante.

O significado desses números é que, em particular, no nosso experimento com 20 posições combinadas, existe a probabilidade insignificante de ocorrer um resultado “falso positivo” de 0,00000000152735. Esta probabilidade aproxima-se de algo impossível de ocorrer, ou seja, que diferentes jogadores avançados concordem, pela simples possibilidade, com a nossa combinação prevista das 20 posições. Deve haver uma elevada similaridade, *no nível estratégico da visão*, em que a *essência* da posição é semelhante – e o oposto *no nível de superfície*, em que a *aparência* da posição é também semelhante. E a similaridade da visão estratégica se deve à percepção dos papéis abstratos que as peças desempenham em posições distintas.

## 5. Resultados

De acordo com a teoria postulada nesta pesquisa, duas hipóteses podem ser formuladas da seguinte maneira:

**Hipótese 1.** *Há uma correlação positiva entre o rating do jogador e a combinação dos pares esperados pela teoria. Em outras palavras, os jogadores avançados combinam um número maior de pares esperados pela teoria do que os principiantes.*

**Hipótese 2.** *Há uma correlação negativa entre o rating do jogador e a combinação dos pares de posições especiais. Em outras palavras, os jogadores avançados combinam um número menor de pares de posições especiais do que os principiantes.*

Os resultados foram surpreendentes. 19 jogadores, num total de 36 participantes (53% da amostra), combinaram todas as 20 posições do conjunto de forma correta, ou seja, combinaram os 10 pares esperados pela nossa teoria.

Analisando os resultados dos dois grupos de jogadores de xadrez, temos: (i) o primeiro grupo, formado por jogadores avançados, foram 16 dos 22 participantes que combinaram corretamente os 10 pares previstos pela nossa teoria e apresentou uma média de 9,32 pares ( $SD=1,21$ ). Já o segundo, composto por jogadores novatos, somente 3 dos 14 participantes combinaram corretamente os 10 pares previstos pela nossa teoria e apresentou média de 5 pares ( $SD=3,44$ ). Em relação aos pares de posições especiais, os jogadores avançados combinaram (erroneamente) zero pares ou 0,14 de média ( $SD=0,47$ ), enquanto que os novatos apresentaram média de 1,71, ou seja, quase 2 pares combinados destas posições ( $SD=1,82$ ).

Para testar a **Hipótese 1**, uma análise da variância (ANOVA) foi efetuada com o objetivo de evidenciar se a diferença entre as médias dos pares combinados corretamente por cada grupo era estaticamente significativa. O mesmo procedimento se adotou, para a **Hipótese 2**, com relação aos pares combinados que pertenciam ao grupo das 10 posições especiais. O nível de significância em todas as estatísticas é de 1% ( $p < 0,01$ ). Isso equivale dizer que os procedimentos estatísticos utilizam um nível de confiança de 99%.

Os indicadores estatísticos, no teste da **Hipótese 1**, apontam que a diferença entre os números de pares esperados pela teoria combinados corretamente pelos jogadores avançados e principiantes é estatisticamente significativa [ $F_{(1,34)} = 29,35$ ;  $MS_e = 5,43$ ;  $p < 0,01$ ]. O teste da **Hipótese 2** indica que a diferença entre os números de pares de posições especiais combinados (erroneamente) pelos jogadores avançados e principiantes, também é estatisticamente significativa [ $F_{(1,34)} = 15,26$ ;  $MS_e = 1,40$ ;  $p < 0,01$ ].

Isso significa que os participantes com alto *expertise*, puderam perceber as posições como similares num nível da visão estratégica, mesmo que as posições apresentassem um número distintos de peças, tipos diferentes de peças, número distintos de mobilidade entre as peças, diferente largura e profundidade da árvore de busca no momento da avaliação da jogada, e assim por diante. Como explicado anteriormente, as posições foram projetadas com o objetivo de conter peças distintas, assumindo os mesmos papéis abstratos. Este é o ponto de começo da nossa teoria: os jogadores avançados, mestres e grandes mestres visualizam muito rapidamente os papéis abstratos que peças ou grupo de peças desempenham numa posição específica. Pudemos notar, também, que somente dois dos participantes avançados

perceberam uma ou duas posições especiais como sendo “mais” similares, posições que as teorias de *chunking* considerariam iguais, por causa do número elevado de POS idênticas.

O grupo de controle formado por jogadores principiantes e estudantes, também apresentou um resultado interessante – veja, a seguir, o desempenho na tabela 3. Existe uma correlação negativa entre os pares combinados como foi previsto pela teoria e os pares combinados do grupo das posições especiais. Os principiantes (sem *rating*) combinaram, em média, somente 1 par daqueles previsto pela teoria, enquanto apresentaram uma média de 80%, ao combinarem quatro dos cinco pares das posições especiais como sendo “similares num nível da visão estratégica”. Além disso, somente os três melhores jogadores desse grupo combinaram todos os 10 pares, como esperado pela teoria – eram um professor universitário de matemática, com longa experiência em problemas de xadrez, o campeão escolar na categoria até 14 anos e o campeão estadual de 2005 na categoria até 10 anos, com *rating* FEXERJ de 1573, 1487 e 1401, respectivamente.

Cabe-nos, neste momento, ressaltar o vocabulário empregado, por dois jogadores avançados, em alguns comentários feito para retratar os papéis abstratos desempenhados pelas peças nas posições (8-20), (15-18) e (14-17). O primeiro jogador descreveu as posições (8-20) como “uma manobra ganhadora de Cavalo”, enquanto o outro jogador mencionou que “ao mover a Torre branca para g8 <Tg8+>, as pretas são obrigadas a capturar a torre, fazendo com que o Rei preto fique ‘afogado’ (idéia do *Philidor mate*) e finalizando com as brancas jogando <Cxf7++>”. Da mesma forma, o par (14-17) foi retratado como “um empate de bispos cegos” e “um empate com bispos opostos”, enquanto o par (15-18) foi visto como vitória das brancas onde “um bispo superior contra um bispo inferior” ou simplesmente “bispo bom x bispo

mau”. Por outro lado, os participantes do grupo de controle não empregaram nenhum termo para mencionar os papéis abstratos, descrevendo apenas as respostas na notação algébrica.

Pares esperados pela teoria	Pares não esperados pela teoria, originado das posições especiais	FEXERJ (ELO rating)
0 (0%)	5 (100%)	unrating
2 (20%)	4 (80%)	unrating
1 (10%)	3 (60%)	unrating
1 (10%)	0 (0%)	1166
6 (60%)	2 (40%)	1185
4 (40%)	4 (80%)	1295
6 (60%)	0 (0%)	1295
7 (70%)	0 (0%)	1338
4 (40%)	3 (60%)	1346
10 (100%)	0 (0%)	1401
10 (100%)	0 (0%)	1487
3 (30%)	2 (40%)	1545
10 (100%)	0 (0%)	1564
6 (60%)	1 (20%)	1573

**Tabela 3.** Uma visão exploratória do desempenho do grupo de controle.

Após esses resultados exploratórios, apresentamos uma conjectura de maior interesse para as finalidades desta pesquisa, por estar em oposição direta à filosofia da teoria clássica *chunking*.

Conforme De Groot e Gobet postulam:

“It seems plausible, for example, that beginners and weak players will focus on abstract, non-located relations between pieces, like a ‘Knight attacks a piece that defends a Pawn’. [...] Such knowledge is general, but its price is that *it takes time to interpret it* and to apply it to a given position. As expertise grows, we expect that players will tie abstract, declarative knowledge to specific instances. The resulting compiled, variable-free knowledge is of course limited in its application but is very rapid to access and very reliable. This is the type of productions implemented in CHUMP.” (De Groot e Gobet 1996, p.246, ênfase nossa)

Este é um de seus principais argumentos para projetar um sistema de informação com base em POS: os jogadores avançados têm acesso, praticamente imediato, aos movimentos. Os novatos, porém, começam com relações abstratas não-localizadas e adquirem gradualmente o conhecimento compilado, concreto e localizado. Nossa conjectura é diametralmente oposta:

**Conjectura.** *Os jogadores novatos colocam atenção excessiva no conhecimento concreto e localizado, tais como POS, e a medida que ganham expertise, adquirem, gradualmente, habilidades para perceberem as relações não-localizadas, que ativam os papéis abstratos que as peças e os grupos de peças desempenham numa posição.*

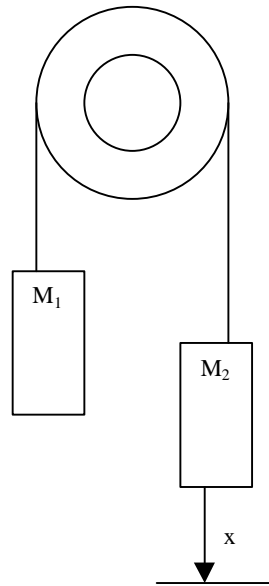
Os resultados explorados acima sugerem naturalmente as seguintes possibilidades. Primeiramente, quase todos os jogadores avançados encontram todos os pares previstos, havendo uma possibilidade, próxima a zero, de ocorrer um resultado “falso positivo”. Portanto, os jogadores avançados *percebem a similaridade abstrata, num nível da visão estratégica* – que é baseada em “abstract, non-located relations”, termo colocado por De Groot e Gobet. Em segundo lugar, o número de “compiled, variable-free knowledge” (i.e., POS) das posições especiais, nesta amostra exploratória, foi correlacionado com o *rating* do jogador (apesar de indicar alguns pontos fora da curva). Em terceiro lugar, é importante observar que os principiantes ainda sem *rating* colocaram, em média, 80% dos cinco pares de posições especiais como “mais similares estrategicamente”. Já que estas posições especiais compartilham de um elevado número de combinações de POS, parece-nos possível afirmar que os novatos têm grande dificuldade para perceber as relações abstratas que constituem a essência da posição e ficam desorientados com a aparência superficial. Estas questões ficaram evidentes com base na amostra de nossa pesquisa.



Estes resultados estão em perfeita consonância com o influente estudo de Chi *et al.* (1981), foi demonstrado que, na Física, os novatos despendem excessiva atenção às características superficiais de um problema, enquanto os *experts*, rapidamente, apontam o princípio básico da física subjacente a cada problema, como se poderá verificar, mais adiante, na figura 11. Os estudantes inexperientes de física tenderiam a classificar ou categorizar esses tipos de problemas usando sua similaridade de superfície, como categorias: “sempre um bloco de alguma massa dependurado”, “problemas de velocidade”, “de rotação”, “de plano inclinado”, e assim por diante. Por outro lado, os físicos experientes tenderiam a classificar ou categorizar os problemas, fornecendo os princípios subjacentes à Física, que deveriam ser aplicados a eles, não obstante a sua estrutura de superfície. As classificações feitas pelos *experts* consistiram, portanto, na “terceira lei de Newton”, no “princípio da conservação da energia”, na “conservação da força linear”, e outros mais. Resultados similares ocorreram noutros domínios que variam do conhecimento científico até os dos motoristas de táxi (Chi, 1993).

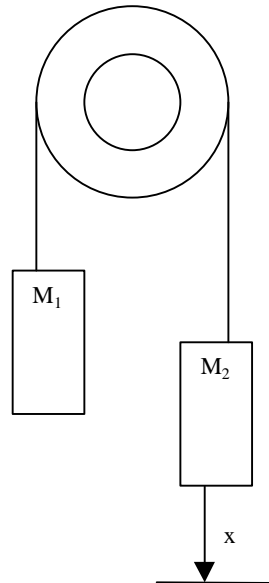
Problem 11

A man of mass  $M_1$  lowers himself to the ground from a height  $X$  by holding onto a rope passed over a massless frictionless pulley and attached to another block of mass  $M_2$ . The mass of the man is greater than the mass of the block. What is the tension on the rope?

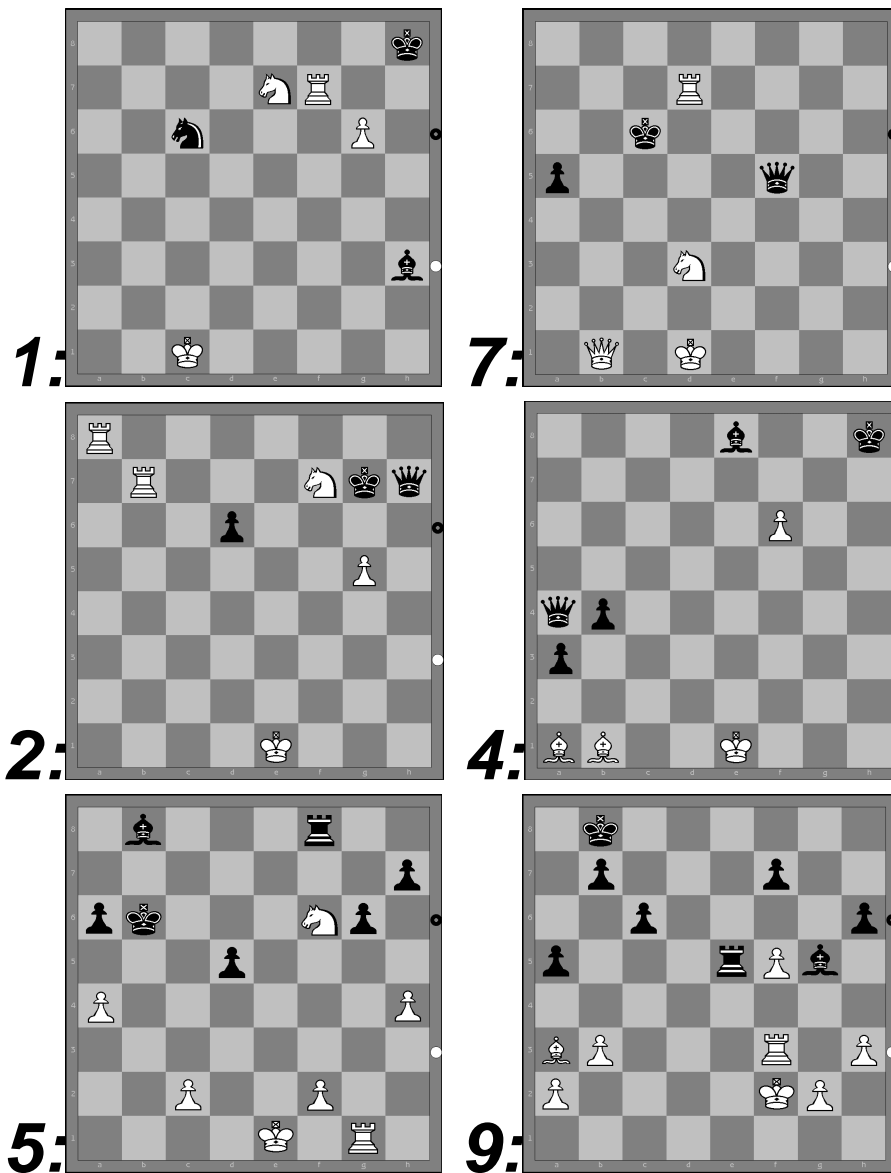


Problem 18

A man of mass  $M_1$  lowers himself to the ground from a height  $X$  by holding onto a rope passed over a massless frictionless pulley and attached to another block of mass  $M_2$ . The mass of the man is greater than the mass of the block. With what speed does the man hit the ground?



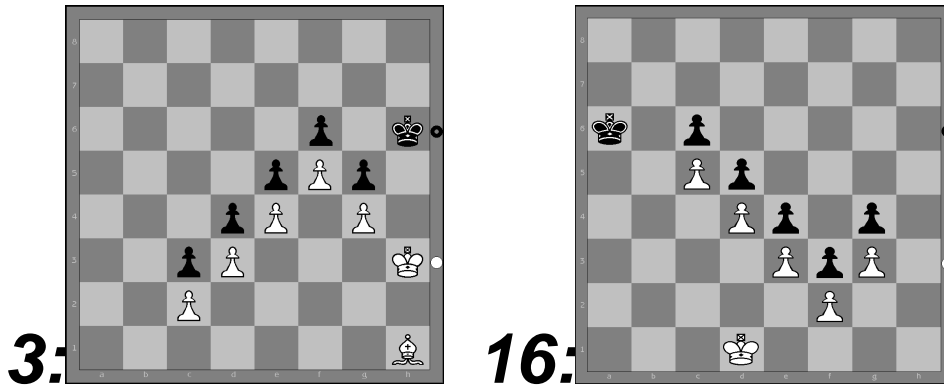
**Figura 11.** Chi *et al.* (1981) usaram um conjunto de problemas na Física, tais como este para demonstrar que os novatos classificavam problemas de acordo com sua similaridade superficial. A estrutura do problema é exatamente a mesma, com somente uma variação na pergunta: o problema 11 é um problema sobre força, ao passo que o problema 18 é um problema sobre energia.



**Figura 12.** Posições 1, 2, 4, 5, 7, e 9. Estas são posições triviais, com nenhuma semelhança entre os pares no nível de “aparência”, contudo possuindo uma elevada semelhança nos níveis táticos e estratégicos. Nas posições (1-7) o branco move uma peça para uma casa protegida e xeque-mate; nas posições (2-4) o branco move uma peça para uma casa guardada pelas negras e emprega um xeque-mate descoberto; nas posições (5-9) as brancas tem um *fork* (ataque a duas ou mais peças ao mesmo tempo) que conduz a um ganho significativo de material (5 e 9 são posições que os principiantes poderiam combinar facilmente).

A partir do momento em que a possibilidade de surgir, neste experimento, um resultado “falso positivo” é menor que  $10^{-170}$ , postulamos que a percepção dos papéis abstratos desempenhados pelas peças é o processo chave por trás da visão estratégica no xadrez. A conclusão deste experimento é a seguinte: quando as peças exibem os mesmos papéis

abstratos em posições diferentes, então os jogadores avançados visualizam estas posições como similares no nível da visão estratégica, indiferentemente da estrutura de superfície.



**Figura 13.** Posições 3 e 16. A posição 3 é uma posição *especial*, variando uma única POS da posição 6. Outra vez, estas posições não compartilham de uma única POS de modo a ser combinada, mas os jogadores avançados disseram que são “extremamente similares”, e que ambas posições conduzem claramente a um empate.

Neste momento, existem duas reivindicações possíveis que um leitor cético pode considerar como relevantes: (i) Existe um raciocínio circular envolvido na experiência?, e finalmente, (ii) Nós sempre soubemos que os papéis desempenhados pelas peças devem determinar a situação estratégica. Então, o que há de novo nesta pesquisa?

Deixe-nos comentar uma de cada vez:

(i) *Existe um raciocínio circular envolvido na experiência? Vocês mostraram posições que são estrategicamente similares e, então, procuraram encontrar estas posições estrategicamente similares?* Este não é o caso aqui. O objetivo completo do experimento é verificar que aspecto de uma posição do xadrez determina a visão estratégica. Com base na idéia de que os papéis abstratos são produtos da percepção (uma idéia explicada em detalhes, duas décadas atrás em “Analogies and roles in human and machine thinking” por Hofstadter 1985, e discutida adiante em outros contextos), nós planejamos posições em que os papéis abstratos, desempenhados por peças distintas em casas diferentes, sejam similares. De fato, os

jogadores avançados desprezaram os detalhes de superfície e perceberam que as similaridades estratégicas eram um subproduto que emergia dos conjuntos de papéis abstratos originalmente planejados.

(ii) Qual é a conclusão deste experimento? Sempre soubemos que o papel desempenhado pelas peças determinaria a situação estratégica. Então, o que existe de novo? O fato de os papéis abstratos determinarem a visão estratégica no jogo de xadrez não foi relatado, explicitamente, na literatura, par explicar o desempenho humano, nem mencionado num experimento cuidadosamente testado. A originalidade desta teoria apenas pode ser apreciada se contrastada com os modelos cognitivos atuais, como CHREST ou CHUMP. CHREST, por exemplo, que não podem prever (ou perceber) uma similaridade estratégica entre as posições 8 e 20, porque não há nelas nenhuma combinação exata de *pieces-on-squares*. Ao contrário, esses modelos recuperariam *chunks* similares, precisamente no conjunto de dez posições especiais, as quais não apresentam nenhuma similaridade estratégica. E, como discutido em Linhares (2005b), a teoria SEEK não poderia encontrar alguma semelhança, pois as árvores de busca são muito diferentes em termos de largura e de profundidade.

Podem os papéis abstratos ser registrados por processos tão rápidos? Essa é uma questão importante, senão a teoria não explicaria o jogo de xadrez rápido. Holding (1992) chamou atenção para o fato de que, uma vez que no xadrez rápido é estimado um tempo médio para a seleção de movimento em 8s, “a principal evidência para o mecanismo [*chunking*] é que um sistema deste tipo facilitaria a resposta rápida” (Holding, 1992, p.12). “Suponha-se que, os jogadores avançados poderiam, imediatamente, perceber os relacionamentos importantes no jogo quando defrontados com as posições do xadrez [...], tais como linhas de força, ou as trajetórias das peças” (ibid., p.12). Essa poderia ser uma parte crucial, na evidência, para as

teorias de seleção de movimentos seriam capazes de explicar o xadrez rápido ou jogos simultâneos contra oponentes múltiplos. Holding (1992), como vimos acima, entretanto, não propôs tal mecanismo. Ao contrário do que De Groot e Gobet afirmam, existe tal mecanismo, e ele não leva um longo tempo para interpretar e aplicar seu conhecimento geral (tal como a percepção de papéis abstratos desempenhados pela peça) em uma determinada posição. Linhares (2005b) propõe um mecanismo simples que permite a percepção da função global que as peças desempenham pelo cálculo quase imediato, como conjecturado por Holding (1992) há mais de uma década.

## 6. Discussão

Neste capítulo, discutimos como nossa posição difere da literatura corrente. Possuímos alguns pontos em comum com a filosofia subjacente de CHUMP (e CHREST). Entretanto, nossa posição é muito distinta desses modelos em diversos pontos.

Nossa tese compartilha com as teorias CHREST e CHUMP, por exemplo, de que a percepção é o processo chave subjacente à habilidade e à inteligência no jogo de xadrez em geral; que o reconhecimento de padrões é mais importante do que “pensar adiante”, dos processos no xadrez jogado por humanos; que existe uma elevada interação entre STM e LTM; que a percepção não pode ser modularizada e claramente separada da “cognição de alto nível”; que os *chunks* são as estruturas essenciais da percepção, e assim por diante. Entretanto, discordamos dos fundamentos por trás das teorias CHREST, CHUMP e dessa família de sistemas quanto: (i) à natureza dos *chunks*; (ii) ao argumento de que o crescimento da rede de discriminação representa a aprendizagem, no sentido humano da palavra; (iii) ao argumento de que a seleção de um movimento por CHUMP representa o pensamento estratégico e a intuição, no sentido humano da palavra; e finalmente, (iv) à interpretação das limitações da memória de curto prazo – o como essas limitações devem ser modeladas foi discutida em Linhares (2005b).

### 6.1. *Chunks*

Retomando, os experimentos de Jackeline Sacks (1967) mostraram que a memória é mais propensa a acessar aspectos semânticos do que as características superficiais, tais como determinadas frases. Além disso, Chi *et al.* (1981) demonstraram, e esse fenômeno tem sido replicado em outros domínios, *experts*, aqueles que possuem mais *chunks* – recuperam a

informação semântica a partir de sugestões sutis, ao invés de fazê-lo através das características superficiais, como novatos o fazem. Este é um princípio para uma teoria de *chunking* alternativa que interprete *chunks* como *unidades semânticas*.

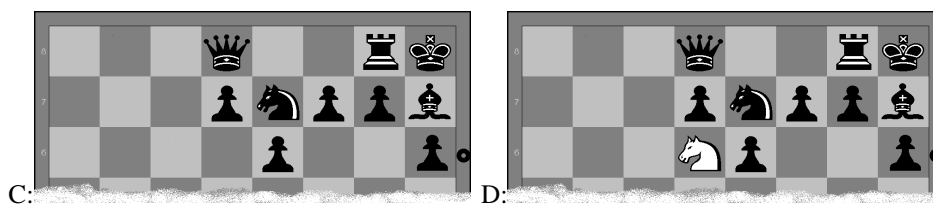
O modelo de *chunks*, proposto inicialmente por Simon e Chase (1973a, 1973b) e, mais tarde, amplamente difundido em sistemas influentes como CHREST, é claramente definido como conjuntos de pares de POS, com *templates*, as quais permitem variações tanto em casas específicas como em peças específicas. Não existe, neste momento, uma implementação que contemple os aspectos semânticos das posições, por exemplo, “linhas de força”. Nosso postulado é que os *chunks* são formados por alguma coisa que assume um papel na posição. Desse modo, os *chunks*, percebidos por mestres devem ser compostos de representações altamente abstratas, assim como aqueles apresentados na tabela 1. Essas representações são independentes das características superficiais, tais como a posição das peças, tipos de peças, distância entre peças e, portanto, elas parecem ser mais representativas de uma grande parte dos resultados obtidos naqueles experimentos; parecem poder fazer a recuperação da memória de longo prazo, baseada, principalmente, na informação semântica, ao invés da similaridade superficial. Esta possibilidade pode ser formulada e testada da seguinte forma:

**Suposição1:** *Nos experimentos sobre memorização, que peças são colocadas fora do lugar pelos mestres? Se os participantes forem solicitados a fornecer um movimento e a reconstruir mais tarde o tabuleiro, na teoria que postula que os chunks são codificados como papéis abstratos, os erros por omissão e por má colocação não devem afetar a essência da posição (e do movimento escolhido), e devem emergir, na maioria das vezes, (percebido) em peças não ativadas.*



Existem duas características que agem em conjunto para fazer a informação de POS extremamente importante no xadrez. Em primeiro lugar, a posição inicial é fixada. Imagine uma variação do jogo em que as peças importantes são misturadas aleatoriamente. Os jogadores teriam que “pensar” do começo. Por esta razão, haveria  $O(8!8!)$  combinações de posições iniciais e, essa variação elaboraria a memorização de todas as estratégias de aberturas e base de dados desnecessárias. A outra característica é que o tabuleiro é muito pequeno. Se o xadrez pudesse ser jogado em um tabuleiro de 40 por 40, talvez com os 40 peões preenchendo a décima e a trigésima fileiras, e as 8 peças usuais mais importantes, então a posição relativa das peças, não a absoluta, representaria uma peça significativa do começo do jogo. A informação de POS é necessária, porém não parece ser suficiente para esclarecer a habilidade no xadrez.

Saariluoma e Laine (2001) argumentaram recentemente que *chunks*, baseados nas correlações entre peças, “fazem muitas suposições similares com o associacionismo clássico” (ibid., p.141). Além disso, alegaram que “uma explicação melhor para os novatos lembrarem as posições no xadrez – do que a construção dos *chunks* baseados na vizinhança das peças associadas” (ibid., p. 137). Porque esse método é também destituído de papéis abstratos, deixando-nos extremamente duvidosos quanto a sua viabilidade psicológica. Consideremos, por exemplo, as estruturas apresentadas na figura 14 abaixo.



**Figura 14.** O uso do associacionismo (e das correlações) pode no início parecer uma corrente promissora, porém ainda colocamos em dúvida se os papéis das peças foram desconsiderados. Como dito nos livros de xadrez, estruturas tais como C são altamente correlacionadas com “uma defesa forte do rei”. Entretanto, a mesma força dada pelas peças que cercam o rei pode facilmente se transformar

numa fraqueza fatal, como pode ser visto no xeque-mate em um lance pelo branco na estrutura D, e como o cavalo branco, no quadrado certo, transforma imediatamente os papéis dos *guardiões* nos papéis dos *estranguladores*.

French e Labiouse (2001) usaram essencialmente o mesmo raciocínio que fazemos aqui para mostrar as limitações de uma aproximação na lingüística. Por exemplo, investigaram um sistema de associação (pela correlação das palavras) capaz de encontrar um bom nome de candidato para o cargo de primeiro ministro de Israel. O sistema, então, procura em sua gigantesca base de dados de termos correlacionados, os nomes apropriados, associados com “primeiro ministro de Israel” e, prontamente, produz resultados iguais a “Ariel”, “Yitzhak” e “Benjamin”. Todavia, o sistema também produz termos tais como “Saddam” ou “Arafat”. Isso ocorre porque tais associações são destituídas de papéis abstratos, ou seja, o sistema é “cego” à semântica subjacente de cada termo. French e Labiouse (2001), não conformados, investigaram melhor um sistema, por exemplo, que classifique “advogados” como: “tubarões”, “bastardos” e “poça de lama”. Os resultados obtidos são comparados com os dados humanos. O fato do sistema não ser capaz de perceber o inconveniente papel dos advogados na sociedade ocidental, aquelas combinações são avaliadas como muito baixas. Contrastando com dados humanos, observa-se que a avaliação sobe muito. Sem a percepção dos papéis abstratos, desaparecem os significados. Poderia o leitor conceber quando “os copos de café são como elefantes velhos?”. (French, 1997)

## **6.2. Aprendizagem e a necessidade de ambigüidade e confusão**

Talvez devêssemos começar a discussão sobre a aprendizagem com uma anedota. Depois que os participantes responderam aos nossos questionários, a seguinte discussão a respeito da posição 20 ocorreu entre dois jogadores da classe C:

“O que significa para você o cavalo em a6? Você está entregando o cavalo?”

Naturalmente que não! Olhe a rainha!

Por que você entregaria seu cavalo?

Existe um xeque descoberto pela rainha! Não consegue ver isto?

Sim, posso ver esse movimento, mas eu também vejo a torre. Por que você entregaria ambas as peças, cavalo e rainha? Eu não compreendo o que você está dizendo.”

Esta discussão durou por volta de um minuto até que um principiante, finalmente, realizou a estratégia e pôde relacioná-la àquela da posição 8. Os principiantes no xadrez têm uma grande dificuldade em pressentir ameaças e seqüências de movimentos. Eles relacionam as posições com base nas características superficiais e, dificilmente, conseguem prosseguir uma seqüência de movimentos. Isso porque existe uma grande ambigüidade em sua cognição. Neste caso em particular, o jogador da classe C insiste com seu cavalo – e, mais tarde, com sua rainha – que o movimento era “suicida”. Uma arquitetura computacional que pretenda modelar a cognição humana deve também apresentar a ambigüidade, a desordem e a confusão enquanto aprende novas manobras táticas, posicionais e estratégicas. De que maneira isso surge nos modelos atuais sobre a *expertise* no xadrez? Deixe-nos ver como CHUMP e CHREST lidam com a aprendizagem. Na chamada fase de simulação da aprendizagem, o sistema “faz a varredura” em milhares de posições de jogos reais e, rapidamente, encaixa a informação particular de POS na expansão da rede de discriminação. O processo é, nas palavras do autor, “eficiente” e “rápido”. Com isso, pode-se comparar, com imensa dificuldade, o que o novato mencionou acima em contato uma única posição? Estava o novato “explorando” a posição e armazenando POS na LTM? Este processo, que parece ser burocraticamente cego e eficiente e, dificilmente, poderia considerar a quantidade incrível de confusão apresentada pelos novatos. Falta, nele,

também a imprecisão das idéias apresentadas por seres humanos em cada posição, e a habilidade para generalizar estratégias (por exemplo, posição 8 a 20).

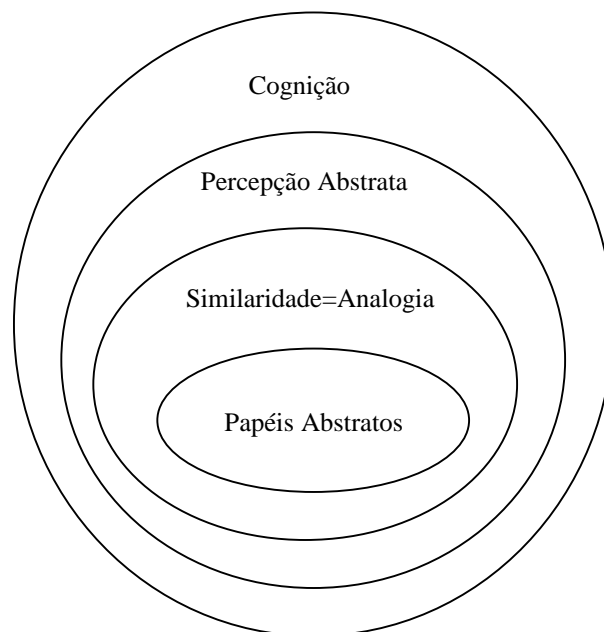
CHUMP parece ser um modelo bom para jogar xadrez no momento da abertura do jogo, quando uma informação específica de POS é crucial e a memorização de movimentos exatos é necessária. De fato, esta predição é prontamente analisável:

**Suposição2.** *O desempenho de CHUMP (ou de algum sistema baseado em POS), se medido em termos de erros graves, deveria ser alto na abertura do jogo, e se reduzir, rapidamente, no meio do jogo. A menos que facilitada sua memória por posições pré-alimentadas, nas situações particulares que virão à memória na “fase jogada”, CHUMP deve cometer inúmeros erros graves no fim de jogo.*

## 7. Conclusão e pesquisas futuras

Neste capítulo discutimos como essas noções teóricas podem ser generalizada para outros domínios na ciência cognitiva, além do que o domínio do xadrez nos permite ver.

Este estudo é parte de uma teoria emergente sobre a mente, que reivindica ser a cognição igual à percepção abstrata. A figura 15 apresenta algumas de suas idéias subjacentes.



**Figura 15.** Descascando a “cebola” da cognição.

A teoria emergente propõe que a inteligência é a percepção de uma estrutura profunda, e que os processos *bottom-up* de dados brutos, de níveis superficiais, não podem ser dissociados do fluxo *top-down* do processo de reconhecimento, dirigido por uma hipótese e processamento conceitual. Assim, o que se encontra abaixo da percepção abstrata, é o reconhecimento da similaridade semântica abstrata, altamente desvinculada das características superficiais. E o que modela a percepção da similaridade abstrata são os processos baseados na analogia cujas inúmeras características superficiais podem alterar-se entre diversas informações, enquanto ainda retêm algum esquema subjacente. Qual seria, então, esse esquema subjacente? Esse

esquema seria os papéis abstratos desempenhados por cada um dos dados superficiais. Este capítulo revê, brevemente, algumas idéias que emergem da teoria geral.

Deixe-nos discutir, detalhadamente, essas idéias, apresentando alguns exemplos concretos em outros domínios: percepção da fonte das letras (figura 16), percepção de uma seqüência de letras (figura 17) e de *Bongard Problems* (figura 18). Talvez, esses exemplos, ajudem convencer do significado pleno da flexibilidade da percepção e dos papéis abstratos subjacentes.

A figura 16, a seguir, contém exemplos em que se tem a mesma estrutura superficial dando forma a um “B caixa alta” e a um número 13. Como pode a mesma estrutura na superfície ser tão facilmente percebida como duas coisas bem diferentes? O que é ambigüidade? Como podem inúmeras maneiras de representar na superfície uma letra conduzir os seres humanos a perceberem que se trata “da mesma coisa”? O que é generalização? Pode uma teoria unificada explicar a ambigüidade inerente aos Bs/13s e a generalização entre estilos de caracteres diferentes? A solução emergente para estes enigmas é que os papéis abstratos são cruciais na percepção das letras (Hosftadter e FARG 1995; McGraw 1995; Rehling 2001). Na terminologia de Rehling (2001), a letra “B” é um *chunk*, “um longo poste à esquerda” ao lado de duas “bacias no lado direito”. Os números 13 são formados por dois *chunks*, cada um com seu próprio papel – 1s é um *chunk*, visto como um único “longo poste”, e os números 3 são vistos, separados, como “duas bacias no lado direito”. Tanto nessa teoria como na nossa teoria no xadrez, o que é idêntico e o que está baseado na similaridade, é o conjunto de papéis abstratos, no qual cada papel abstrato pode ser encontrado em diversos arranjos superficiais distintos. Isto conduz a nossa proposta de que os *chunks* serem formados por conjuntos de papéis abstratos.



**Figura 16.** Percepção da fonte das letras.

Alguns problemas interessantes foram tratados pelos projetos Copycat e Metacat (Mitchell e Hofstadter, 1991; Mitchell, 1993; Hofstadter e FARG, 1995; Marshall 1999). Vejamos na figura 17, o que estes problemas requerem para que sejam respondidas perguntas, tais como: “se o ABC se transforma em ABD, então KJI será o quê? (usualmente, isso é representado por  $ABC \rightarrow ABD : KJI \rightarrow ?$ ). Na percepção dessas seqüências de letras, outra vez os papéis abstratos são baseados na similaridade abstrata. No canto superior esquerdo, temos um exemplo muito simples: ABC e IJK representam os papéis de “letra em escada”, portanto a transformação deve simplesmente executar “um passo em dobro”. Mas algumas situações nesse domínio podem ser menos triviais. No canto inferior esquerdo, o papel abstrato desempenhado por C é mapeado como um grupo de letras KKK, ou seja, “um passo em dobro” é agora aplicado ao grupo inteiro. No canto superior direito, o papel abstrato do A é simplesmente “a primeira letra do alfabeto”, a qual é mapeada de maneira oposta a Z, que desempenha o papel da “última letra do alfabeto”. Isto faz com que o sistema passe a interpretar, agora, o papel “uma escada da primeira letra com passo em dobro no final”, mapeado para “uma escada com passo em dobro no começo, terminando com a última letra do alfabeto”, numa incrível estrutura simétrica. Finalmente, os papéis desempenhados por

ABC, no canto inferior direito, são simplesmente “primeiro-segundo-terceiro”, em que os papéis desempenhados são mapeados pelo tamanho dos grupos de letras, “primeiro número, segundo número, terceiro número”. Portanto, a transformação “quarta letra” desliza para o “quarto número”, e a sequência de letra “O” cresce. Os papéis abstratos permitem a percepção da similaridade entre as mais árduas estruturas superficiais distintas.

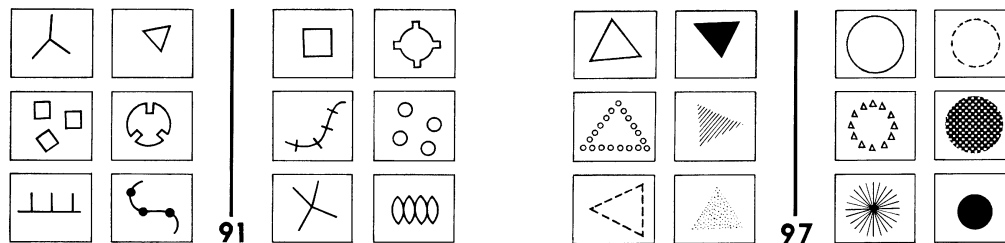
ABC→ABD IJK → IJL	ABC→ABD XYZ→WYZ
ABC→ABD IIJJJKKK→IIJJJLLL	ABC→ABD RBBOOO→RBBOOOO

**Figura 17.** Percepção de uma sequência de letras.

Por fim, os *Bongard Problems* pedem que encontremos uma distinção entre duas classes de figuras visuais. Os elementos de cada lado compartilham de alguma similaridade que não pode ser vista no outro lado. Outra vez, a similaridade entre figuras extremamente diferentes pode somente ser percebida se alguém for capaz de se abstrair dos padrões originais apresentados e encontrar o papel abstrato desses elementos em cada caixa representada em um contexto dado. É intrigante como a flexibilidade da percepção humana pode lidar com esse tipo de problema, por meio de uma elevada interação entre as pressões subscientes e as conscientes. Para exemplo, observem-se os problemas #91 e #97. A solução do problema #91 é “três contra quatro” e emerge relativamente rápido, em seres humanos. Contudo, para que essa solução possa emergir, o leitor deve notar que uma decisão no subsciente foi tomada, para interpretar cada quadrado no lado esquerdo, como “*um chunk*”, enquanto, no lado direito, o quadrado estiver *chunked* como “quatro linhas de segmentos”. As interpretações precisas dos dados brutos conduziriam a “consistentes” visões de “três quadrados à esquerda; um à direita”, ou “12 linhas de segmentos à esquerda, quatro à direita” (Linhares, 2000). Por ser a



percepção humana altamente flexível, a decisão com uma “visão inconsistente” é tomada no subconsciente e não percebida mesmo após ter resolvido o problema.



**Figura 18.** *Bongard Problems* 91 e 97 (Bongard, 1970; Hofstadter, 1979; Linhares, 2000; Foundalis, a ser apresentado).

Nós esperamos que estes exemplos convençam o leitor de que esta teoria emergente pode fazer o mapeamento de um território amplamente inexplorado na ciência cognitiva. Se a percepção for baseada na categorização, e se a mesma for baseada na similaridade, que é baseada na analogia, que está baseada nos papéis abstratos percebidos imediatamente, e, na maior parte, inconsciente, então o uso da analogia deve ser estendida a toda cognição humana.

Nós acreditamos que o seja. Os advogados geralmente apresentam as decisões precedentes que são análogas aos seus casos, porém altamente diferentes em eventos específicos. Os cientistas podem explicar conceitos complexos pela analogia (a luz é como uma onda; a luz é como uma partícula). Os políticos discursam, fazendo analogias com eventos precedentes, com políticas anteriores, e com políticos antecessores. Tomemos, como exemplo, o recente conflito no Iraque, habitualmente comparado à situação da Alemanha no pós-nazismo, no qual as forças aliadas têm que enfrentar fanáticos insurgentes, estabelecer a democracia e promover o crescimento econômico, ante as baixas de seus soldados militares. Por outro lado, os opositores ao governo americano afirmam que a crise é similar à do Vietnã, e que a única maneira de sair dela, é deixar aquele país o mais cedo possível. O pensamento estratégico,

intricado, complicado, procura saber *o que fazer*, o que finalmente será restringido pela percepção subcognitiva dos papéis abstratos.

E isso nos traz de volta para Szilard. Como ele poderia pretender e, mais tarde, ter sucesso, ao deixar Londres antes da guerra? Sua interpretação dos eventos da época foi, provavelmente, bastante diferente da interpretação daqueles que o cercavam. No dia 30 de janeiro de 1937, quando Hitler fez este pronunciamento ao Reichstag, a época conhecida como “a hora do nascer do sol está terminada”, referindo-se a uma retirada de assinatura do tratado de Versalhes, essa mensagem significou para o cuidadoso observador Szilard, muito mais do que uma mudança local na política, e acabou por ter implicações globais por toda a Europa. Infelizmente, nesse dia, num evento habitual, os ditadores e os tiranos no poder demonstraram seu poderio militar. Porém, no dia 28 de setembro do mesmo ano, Hitler recebeu Mussolini, em seu novo uniforme. Eles foram aclamados, de pé, por uma multidão, mas no dia seguinte, Hitler demonstrava seu exército, marinha, e força aérea para Mussolini. Para os olhos de um bom observador, aquele não seria apenas mais um ditador que ostentava seu poderio, neste contexto, ele teve um papel mais significativo.

Quando o jornalista britânico Norman Ebbutt foi expulso da Alemanha, o fato foi, provavelmente, um claro sinal para Szilard, pois Ebbutt fazia denúncias sobre as verdadeiras intenções da Alemanha. Cada um daqueles eventos poderia ser interpretado como se estivesse desempenhando papéis significativos através de um período global, ao contrário dos casos cotidianos de um país distante. Por infelicidade, a maioria das pessoas próximas a Szilard, não pôde, ou, então, não quis enfrentar os papéis que esses eventos representavam. Contudo, é compreensível. A vida em Londres, no ano de 1937, parecia tranquila: Laurel Martyn’s foi premiada com a primeira versão da coreografia de “En Saga”, numa *matiné* de caridade nesse

ano. Um vôo recorde realizado de Tokyo a Londres – foi arrumado por um jornal japonês para celebrar a coroação de George 6th da Grã Bretanha. Também, um vôo de benemerência ao país europeu – chegou ao aeroporto de Croydon, em 9 de abril, sob entusiasmados aplausos. O pintor Francis Bacon participou de um grupo marco em “Thomas Agnew and Sons”. Um jovem chamado Francis Crick, ganhou seu grau de bacharel em Física da notável University College. O prêmio Nobel de Física de 1937 foi concedido ao professor George Paget Thomson da Universidade de Londres; o prêmio de Química foi para a vizinha Birmingham; e o prêmio da paz foi concedido ao senhor Edgar Algernon Robert Gascoyne Cecil. Todos esses acontecimentos, à volta de Szilard, tiveram profusas comemorações. Por que pensariam em idéias aterrorizadoras?

Por volta do dia 20 de outubro, os policiais nazistas começaram o cerco aos judeus nas lojas e nas barracas do mercado. Isto foi um sinal de que a Segunda Guerra Mundial e o Holocausto estavam em pleno momento; Hitler estava a ponto de certificar-se de que a época para o nascer do sol tinha verdadeiramente terminado.

Szilard arrumou suas malas e foi embora.

Vimos que este estudo é parte de uma teoria emergente sobre a mente, que reivindica ser a cognição igual à percepção abstrata. Utilizamos, em nosso experimento, o jogo de xadrez para verificar a importância que a percepção dos *papéis abstratos* desempenham numa determinada posição de xadrez, conduzindo os jogadores a uma visão estratégica desta. Esperamos que futuras pesquisas sejam capazes de replicar este experimento em outros domínios, por exemplo, nos jogos de guerras militares, nas empresas e na política. Além

disso, o maior desafio seria a implementação dessa teoria num modelo computacional que simulasse a percepção (abstrata), a memória e a aprendizagem de seres humanos.

## 8. REFERÊNCIAS

BAN, J. **The tactics of endgames**. New York: Dover, 1997.

BINET, A. **Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs**. Paris: Hachette, 1894.

[Reedited by **Slatkine Ressources**, Paris, 1981].

BONGARD, M.M. **Pattern Recognition**. New York: Spartan Books, 1970.

CHABRIS, C.F. and HEARST, E.S. Visualization, pattern recognition, and forward search: effects of playing speed and sight of the position on grandmaster chess errors.

**Cognitive Science**, v. 27, p. 637-648, 2003.

CHARNESS N.; REINGOLD, E.M.; POMPLUN M.; STAMPE D.M. The perceptual aspect of skilled performance in chess: evidence from eye movements. **Memory & Cognition**, v. 29, p. 1146-1152, 2001.

CHASE, W.G. and SIMON, H.A. Perception in Chess. **Cognitive Psychology**, v. 4, p. 55-81, 1973a.

CHASE, W.G. and SIMON, H.A. The mind's eye in chess. In W. G. Chase (Ed.) Visual Information Processing. **Academic Press**, New York, 1973b.

CHI, M.T.H. **This week's citation classic**. **ISI current contents**, v. 18 (42), p.12, 1993.

CHI, M.T.H.; FELTOVICH, P.J. and GLASER, R. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. **Cognitive Science**, v. 5, p. 121-152, 1981.

DE GROOT, A.D. **Thought and choice in chess**. New York: Mouton, 1965.

DE GROOT, A.D. and GOBET, F. **Perception and memory in chess: studies in the heuristics of the professional eye**. Assen: Van Gorcum, 1996.

ELO, A. **The rating of chess players, past and present**. New York: Arco, 1978.

FOUNDALIS, H. **Unpublished Ph.D. thesis**.

- FRENCH, R.M. When Coffee Cups Are Like Old Elephants, or Why Representation Modules Don't Make Sense. In Proceedings of the 1997 International Conference on New Trends in Cognitive Science, A. Riegler & M. Peschl (eds.), **Austrian Society for Cognitive Science**, p. 158-163, 1997.
- FRENCH, R.M., and LABIOUSE. Why co-occurrence information alone is not sufficient to answer subcognitive questions. **Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence**, v. 13, p. 421-429, 2001.
- GOBET, F. A pattern-recognition theory of search in expert problem solving. **Thinking and reasoning**, v. 3, p. 291-313, 1997.
- GOBET, F. Expert memory: a comparison of four theories. **Cognition**, v. 66, p. 115-152, 1998.
- GOBET, F. and JACKSON, S. In search of templates. **Cognitive Systems Research**, v. 3, p. 35-44, 2002.
- GOBET, F. and SIMON, H.A. Recall of random and distorted chess positions: implications for the theory of expertise. **Memory and Cognition**, v. 24, p. 493-503, 1996a.
- GOBET, F. and SIMON, H.A. Recall of rapidly presented random chess positions is a function of skill. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 3, p. 159-163, 1996b.
- GOBET, F. and SIMON, H.A. Templates in chess memory: a mechanism for recalling several boards. **Cognitive Psychology**, v. 31, p. 1-40, 1996c.
- GOBET, F., and SIMON, H.A. Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory. **Cognitive Science**, v. 24, p. 651-582, 2000.
- GOBET, F.; LANE, P.C.R.; CROKER, S.; CHENG, P.C-H.; JONES, G.; OLIVER, I.; PINE, J.M. Chunking mechanisms in human learning. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 5, p. 236-243, 2001.

- GOBET, F. and SIMON, H.A. Expert chess memory: revisiting the chunking hypothesis. **Memory**, v. 6, p. 225-255, 1998.
- HOFSTADTER, D.R. **Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid**. New York: Basic Books, 1979.
- HOFSTADTER, D.R. **Metamagical themas**. New York: Basic Books, 1985.
- HOFSTADTER, D. and FARG. **Fluid Concepts and Creative Analogies: computer models of the fundamental mechanisms of thought**. New York: Basic Books, 1995.
- HOLDING, DH AND REYNOLDS, RI. Theories of chess skill. **Psychological Research**, v. 54, p. 10-16, 1982.
- LINHARES, A. A glimpse at the metaphysics of Bongard problems. **Artificial Intelligence**, v. 121, p. 251-270, 2000.
- LINHARES, A. An Active Symbols Theory of Chess Intuition. **Minds and Machines**, v. 15, Issue 2, p. 131-181, 2005a.
- LINHARES, A. Intuitive strategy at chess: search selectivity mechanisms, under review in **Cognitive Science**, (third version), 2005b.
- LORIES, G. La mémoire de joueurs d'échecs: revue critique. **L'Année Psychologique**, v. 84, p. 95-122, 1984.
- LORIES, G. Recall of random and non-random chess positions in strong and weak chess players. **Psychologica Belgica**, v. 27, p. 153-159, 1987.
- MARSHALL, J. **Metacat: a self-watching cognitive architecture for analogy-making and high level perception**. PhD thesis, Indiana University, Bloomington, 1999.
- MCGRAW, G. **Letter Spirit (part one): emergent high-level perception of letters using fluid concepts**. PhD Thesis, Indiana University, Bloomington, 1995.

- MCGREGOR, S.J. and HOWES, A. The Role of attack and defense semantics in skilled player's memory for chess positions. **Memory and Cognition**, v. 30, p. 707-717, 2002.
- MITCHELL, M. **Analogy-making as perception**. Cambridge: MIT Press, 1993.
- NEWELL A. Physical symbol systems. **Cognitive Science**, v. 4, p. 135-183, 1980.
- REHLING, J.A. **Letter spirit (part two): modeling creativity in a visual domain**. PhD Thesis, Indiana University, Bloomington, 2001.
- RHODES, R. **The making of the atomic bomb**. New York: Touchstone, 1986.
- SAARILUOMA, P. and T. LAINE. Novice reconstruction of chess memory. **Scandinavian Journal of Psychology**, v. 42, p. 137-146, 2001.
- SACHS, J. S. Recognition memory for syntactic and semantic aspects of connected discourse. **Perception and Psychophysics**, v. 2, p. 437-442, 1967.
- SIMON, H.A. and CHASE, W.G. Skill in Chess. **American Scientist**, v. 61, p. 394-403, 1973.



## 9. ANEXOS

### Anexo 9.1. – Tabuleiro, peças e a notação do jogo de xadrez

#### 9.1.1. Tabuleiro

O tabuleiro de xadrez é composto de uma matriz 8x8 de 64 casas iguais, alternadas em claras (as casas ‘brancas’) e escuras (as casas ‘negras’).

O tabuleiro é colocado entre os jogadores de tal forma que a casa do canto, à direita de cada jogador, seja branca. No início da partida, um jogador tem 16 peças de cor clara (as peças ‘brancas’); o outro tem 16 peças de cor escura (as peças ‘negras’).



**Figura 19.** A posição inicial das peças no tabuleiro.

As oito casas dispostas verticalmente são chamadas de ‘colunas’. As oito casas dispostas horizontalmente são chamadas de ‘fileiras’. As linhas retas de casas da mesma cor, dispostas no mesmo sentido, são chamadas de ‘diagonais’.

#### 9.1.2. Peças

Cada peça é indicada pela primeira letra, maiúscula, do seu nome.

Exemplo: R = rei , D = dama, T = torre, B = bispo, C = cavalo.

Os peões não são indicados por sua primeira letra, mas são reconhecidos pela ausência da mesma. Exemplo: e5, d4, a5.

Com a primeira letra do nome da peça, o jogador está livre para usar a primeira letra do nome como é comum ser usado em seu país.

Exemplo: F = fou (Francês para bispo), B = bishop (Inglês para bispo) e L = loper (Holandês para bispo).

As oito fileiras (de baixo para cima para o jogador das Brancas e de cima para baixo para o jogador das Pretas) são numeradas 1,2,3,4,5,6,7 e 8, respectivamente. Conseqüentemente, na posição inicial as peças brancas são colocadas na primeira e segunda fileiras; as peças pretas são colocadas na oitava e sétima fileiras.

Como consequência das regras anteriores, cada uma das 64 casas é invariavelmente indicada por uma única combinação de uma letra com um número, conforme a figura 20.

8	a8	b8	c8	d8	e8	f8	g8	h8
7	a7	b7	c7	d7	e7	f7	g7	h7
6	a6	b6	c6	d6	e6	f6	g6	h6
5	a5	b5	c5	d5	e5	f5	g5	h5
4	a4	b4	c4	d4	e4	f4	g4	h4
3	a3	b3	c3	d3	e3	f3	g3	h3
2	a2	b2	c2	d2	e2	f2	g2	h2
1	a1	b1	c1	d1	e1	f1	g1	h1
	a	b	c	d	e	f	g	h

**Figura 20.** As fileiras e colunas do tabuleiro de xadrez.

### 9.1.3. A Notação Algébrica

A FIDE reconhece para suas competições válidas para *rating* apenas um sistema de notação, o sistema algébrico, e recomenda o uso deste sistema de notação também para a literatura enxadrística e publicações periódicas.

Cada lance de uma peça é indicado pela (a) primeira letra do nome da peça em questão e (b) a casa de chegada. Não há hífen entre (a) e (b).

Exemplos: Be5, Cf3, Td1.

No caso dos peões, apenas a casa de chegada é indicada.

Exemplos: e5, d4, a5.

Quando uma peça faz uma captura, um x é inserido entre (a) a primeira letra e o nome da peça em questão e (b) a casa de chegada. Exemplos: Bxe5, Cxf3, Txd1.

Quando um peão faz uma captura, não apenas a casa de chegada é indicada, mas também a coluna de saída, seguida por um 'x'. Exemplos: dxe5, gxf3, axb5.

No caso de uma captura 'en passant', a casa de destino é dada, indicando onde o peão ficou e as letras 'e.p.' são acrescentadas à notação.

Se duas peças idênticas podem ir para a mesma casa, a peça movida é indicada como segue:

1. Se ambas as peças estão na mesma fileira:
  - a) a primeira letra do nome da peça;
  - b) a coluna da casa de saída;

c) a casa de chegada.

2. Se as duas peças estão na mesma coluna:

a) a primeira letra do nome da peça;

b) a fileira da casa de saída;

c) a casa de chegada.

3. Se as peças estão em diferentes colunas e fileiras, o método (1) é preferível. No caso de uma captura, um 'x' é acrescentado entre (b) e (c).

Exemplos:

(1) Há dois cavalos, nas casas g1 e e1, e um deles se move para a casa f3 : Ou Cgf3 ou Cef3, conforme o caso.

(2) Há dois cavalos, nas casas g5 e g1, e um deles se move para a casa f3: Ou C5f3 ou C1f3, conforme o caso.

(3) Há dois cavalos, nas casas h2 e d4, e um deles se move para a casa f3: Ou Chf3 ou cdf3, conforme o caso.

Se uma captura acontece na casa f3, os exemplos prévios são mudados pelo acréscimo de um 'x':

(1) ou Cgxf3 ou Cexf3;

(2) ou C5xf3 ou C1xf3;

(3) ou Chxf3 ou Cdx3, conforme o caso.

Se dois peões podem capturar a mesma peça do oponente, o peão que se moveu é indicado por :

- a) a letra da coluna de saída;
- b) um 'x';
- c) a casa de chegada.

Exemplo:

Se há peões brancos nas casas c4 e e4 e uma peça preta em d5, a anotação do lance branco é cxd5 ou exd5, conforme o caso.

No caso de uma promoção de peão, o lance de peão é indicado, seguido imediatamente pela primeira letra da nova peça.

Exemplos: d8D, f8C, b1B, g1T.

A oferta de empate deve ser sinalizada como (=).

Abreviações Básicas:

0-0     roque com torre h1 ou torre h8 (roque pequeno);

0-0-0   roque com torre a1 ou torre a8 (roque grande);

x        captura;

+

xeque-mate;

e.p.     captura "en passant".

Exemplo de partida: 1.d4 Cf6; 2.c4 e6;3.Cc3 Bb4; 4.Bd2 0-0; 5.e4 d5; 6. exd5 exd5; 7. cxd5 Bxc3; 8. Bxc3 Cxd5; 9. Cf3 b6; 10. Db3 Cxc3; 11. bxc3 c5; 12. Be2 cxd4; 13. Cxd4 Te8; 14. 0-0 Cd7; 15. a4Cc5; 16. Db4 Bb7; e 17. a5 ... etc.

### Anexo 9.2. – *Rating* (Classificação dos jogadores de xadrez)

A Federação Internacional de Xadrez (FIDE - Fédération Internationale des Échecs) e as demais Federações de Xadrez classificam os jogadores de acordo com o *rating* e as exigências (normas) atingidas (veja tabela 4). Os pontos são obtidos em torneios e campeonatos que obedecem às normas preestabelecidas pela FIDE. Além disso, por exemplo, a Confederação Brasileira de Xadrez (CBX) e a FEXERJ (Federação de Xadrez do Estado do Rio de Janeiro) criaram outras classificações para os jogadores abaixo de 2300 pontos *rating* FIDE, conforme tabela 5.

<b>Categoria</b>	<b>Sigla</b>	<b><i>Rating</i> (pontos)</b>
Grande Mestre Internacional	GM	2500
Mestre Internacional	MI	2400
Mestre FIDE	MF	2300

**Tabela 4.** Classificação FIDE.

<b>Categoria</b>	<b><i>Rating</i> (pontos)</b>
Classe A	acima de 1899
Classe B	1600 a 1899
Classe C	até 1599

**Tabela 5.** Classificação FEXERJ.

### Anexo 9.3. – Tabela com resultados dos participantes do experimento

Pares esperados pela Teoria	Pares não esperados pela teoria, originado das posições especiais	FEXERJ (ELO <i>rating</i> )
10 (100%)	0 (0%)	2222
10 (100%)	0 (0%)	2200
10 (100%)	0 (0%)	2184
10 (100%)	0 (0%)	2178
10 (100%)	0 (0%)	2156
10 (100%)	0 (0%)	2037
10 (100%)	0 (0%)	2022
8 (80%)	0 (0%)	1999
8 (80%)	0 (0%)	1987
8 (80%)	0 (0%)	1948
10 (100%)	0 (0%)	1947
10 (100%)	0 (0%)	1942
6 (60%)	2 (40%)	1927
7 (70%)	1 (20%)	1854
10 (100%)	0 (0%)	1846
10 (100%)	0 (0%)	1782
10 (100%)	0 (0%)	1776
8 (80%)	0 (0%)	1772
10 (100%)	0 (0%)	1758
10 (100%)	0 (0%)	1752
10 (100%)	0 (0%)	1745
10 (100%)	0 (0%)	1700
6 (60%)	1 (20%)	1573
10 (100%)	0 (0%)	1564
3 (30%)	2 (40%)	1545
10 (100%)	0 (0%)	1487
10 (100%)	0 (0%)	1401
4 (40%)	3 (60%)	1346
7 (70%)	0 (0%)	1338
4 (40%)	4 (80%)	1295
6 (60%)	0 (0%)	1295
6 (60%)	2 (40%)	1185
1 (10%)	0 (0%)	1166
1 (10%)	3 (60%)	unrating
2 (20%)	4 (80%)	unrating
0 (0%)	5 (100%)	unrating

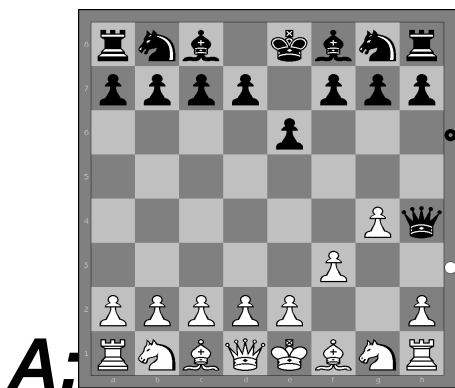
**Tabela 6.** Resultados dos participantes do experimento.



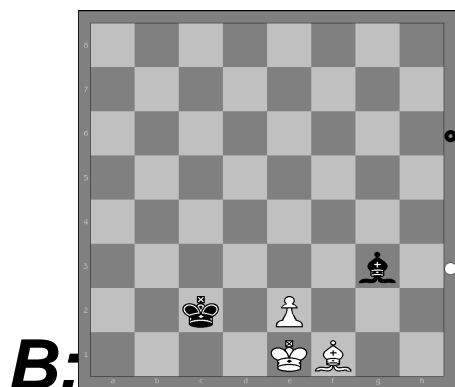
#### Anexo 9.4. – Questionário (partes 1 e 2) aplicado no experimento

**Objetivo:** estudar *similaridade estratégica* entre posições.

A posição A contém o xeque-mate mais rápido possível:



Você consegue ver a similaridade estratégica entre as posições A e B? Neste estudo vamos solicitar que os jogadores encontrem 10 pares de posições estrategicamente equivalentes (posições nas quais você sente que o jogo irá proceder de forma similar).

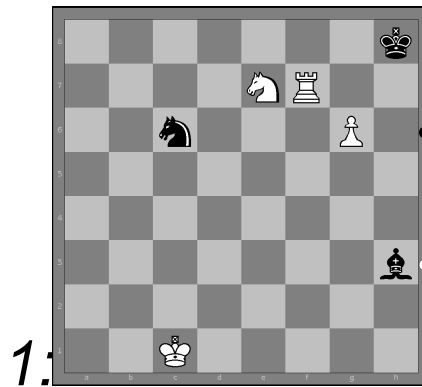


Na primeira parte, cada posição será apresentada isoladamente. São vinte posições ao todo, com branco a mover em todas as posições. Na segunda parte, será solicitado aos jogadores que encontrem os pares de posições estrategicamente similares, fazendo casamentos entre as posições.

Necessitamos das seguintes informações:

RATING: \_\_\_\_\_

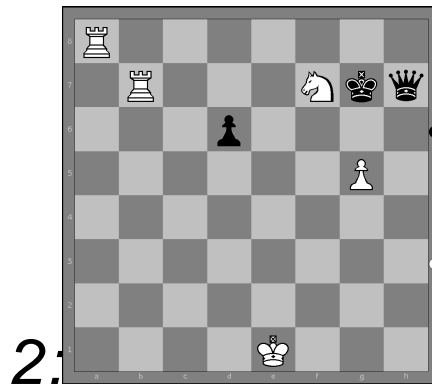
ENTIDADE QUE EMITIU O RATING: \_\_\_\_\_ (FIDE, FEXERJ, ETC)



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (i) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (ii) Qual movimento é sugerido?

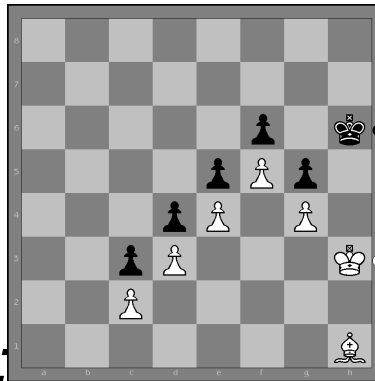


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (iii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (iv) Qual movimento é sugerido?

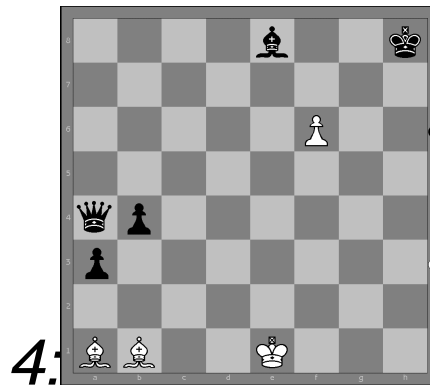
3.



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

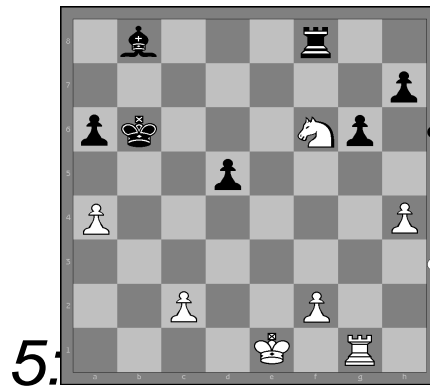
- (v) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (vi) Qual movimento é sugerido?



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

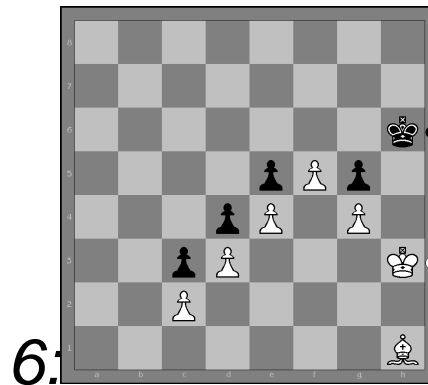
- (vii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (viii) Qual movimento é sugerido?



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

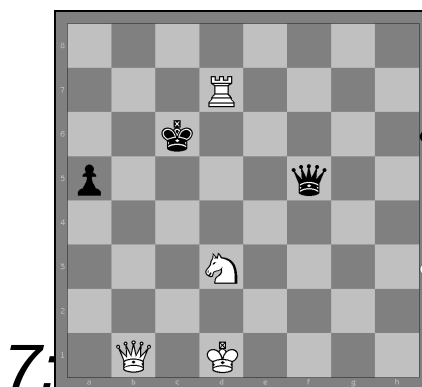
- (ix) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (x) Qual movimento é sugerido?



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xi) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xii) Qual movimento é sugerido?



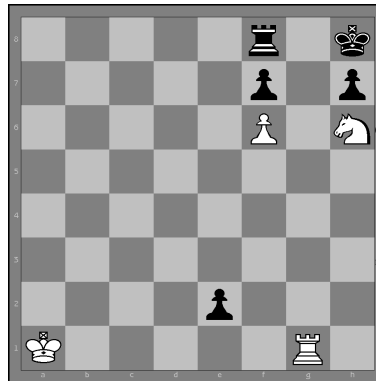
Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xiii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xiv) Qual movimento é sugerido?



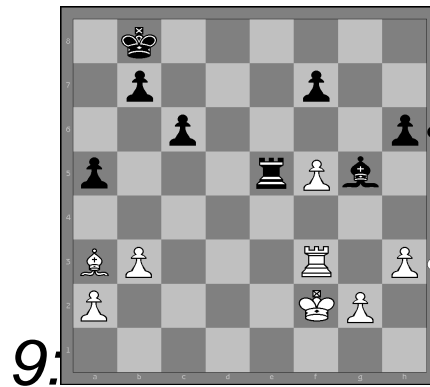
8:



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xv) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xvi) Qual movimento é sugerido?

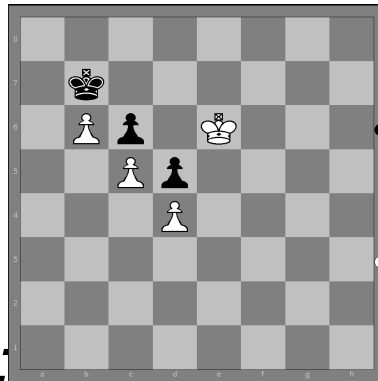


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xvii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xviii) Qual movimento é sugerido?

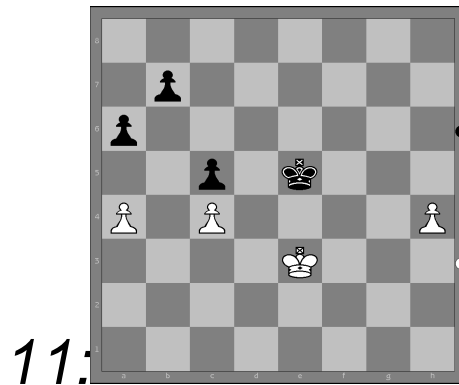
10.



Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xix) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xx) Qual movimento é sugerido?

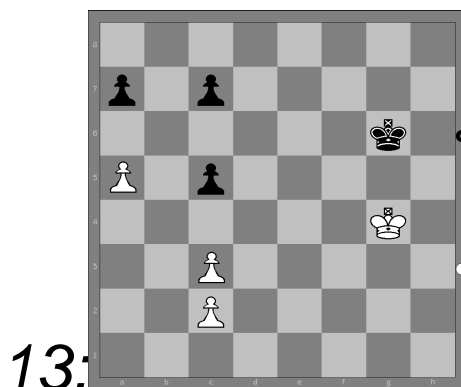


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xxi) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xxii) Qual movimento é sugerido?





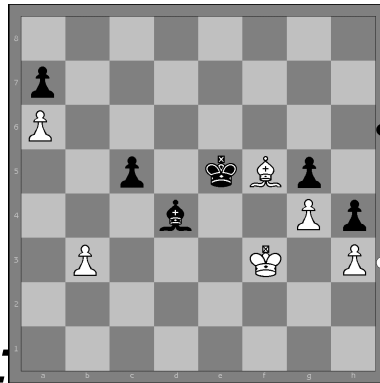
Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxv) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

(xxvi) Qual movimento é sugerido?

14.

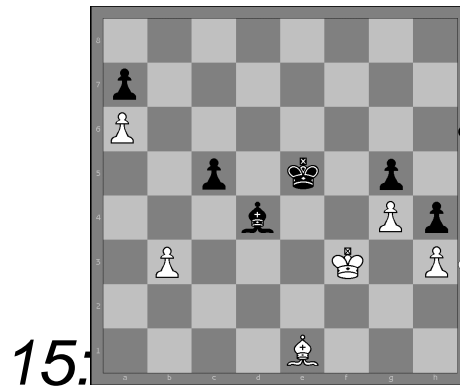


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxvii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

(xxviii) Qual movimento é sugerido?

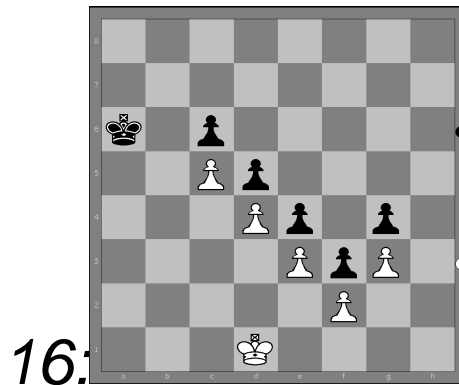


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xxix) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xxx) Qual movimento é sugerido?





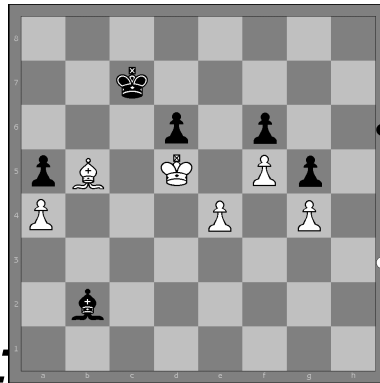
Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxxi) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

(xxxii) Qual movimento é sugerido?

17:



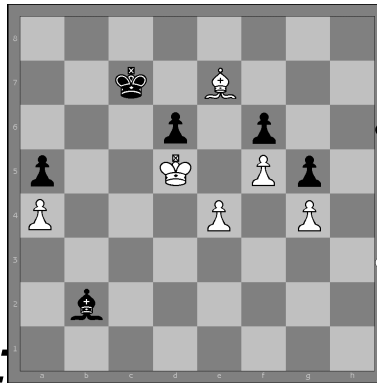
Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxxiii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

(xxxiv) Qual movimento é sugerido?

18.



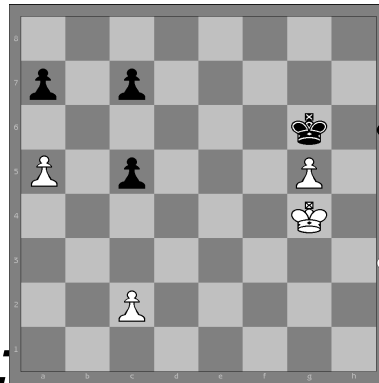
Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxxv) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

(xxxvi) Qual movimento é sugerido?

19.

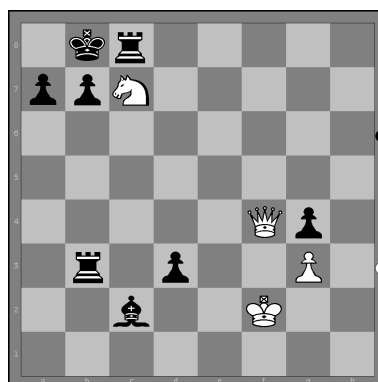


Branco a mover.

Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

- (xxxvii) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?
- (xxxviii) Qual movimento é sugerido?

20:

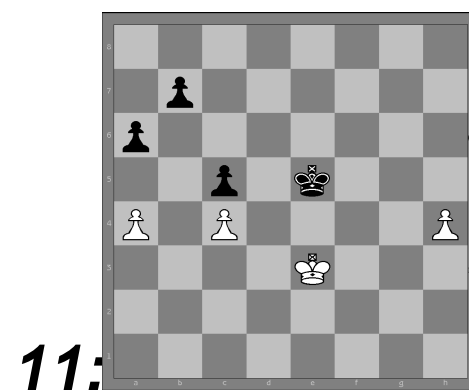
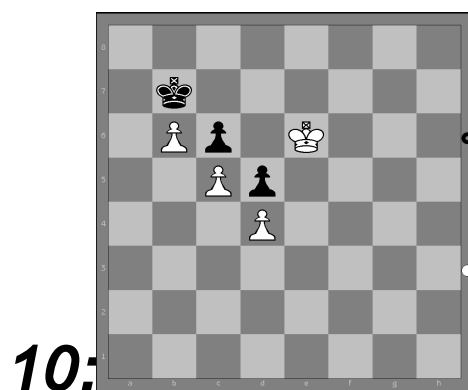
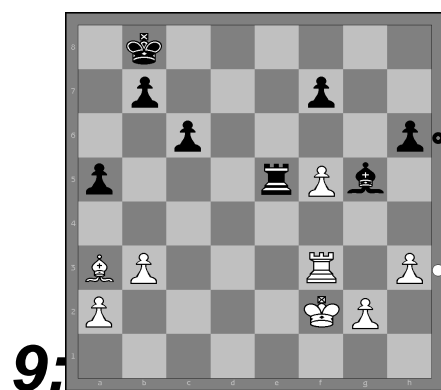
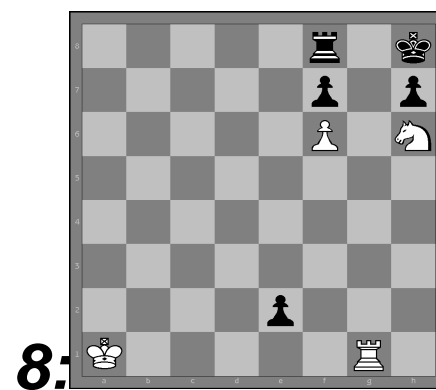
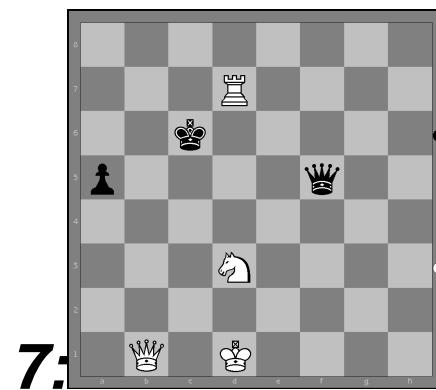
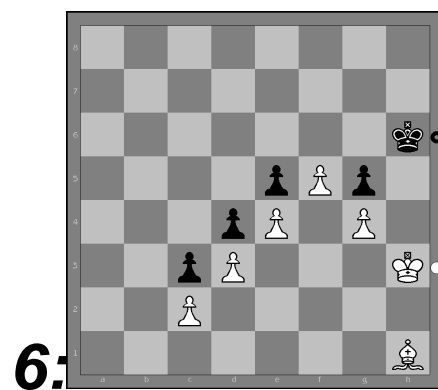
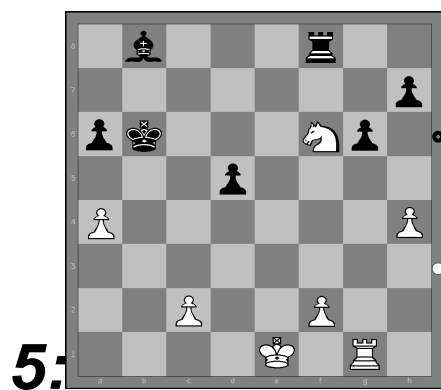
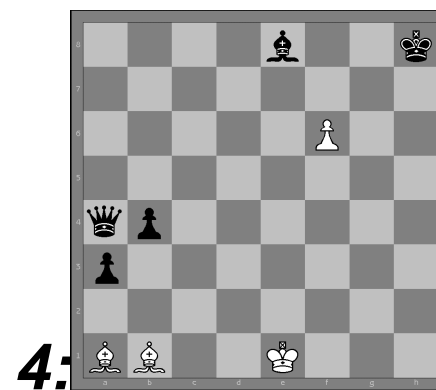
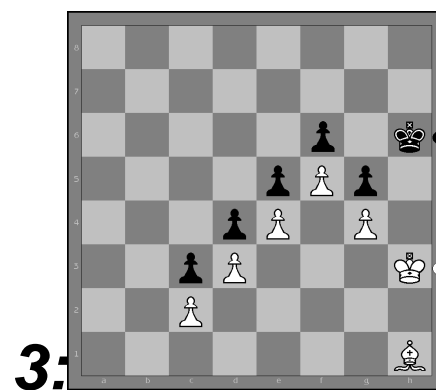
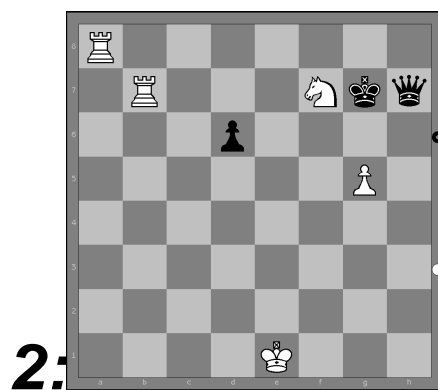
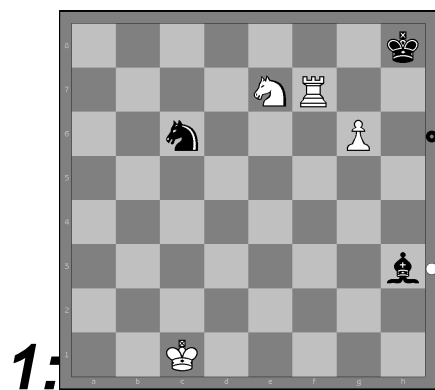


Branco a mover.

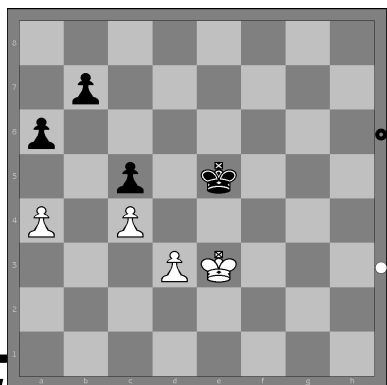
Considere a posição, acima, e responda às seguintes questões:

(xxxix) Que lado vai vencer: Branco ou Preto? Empate?

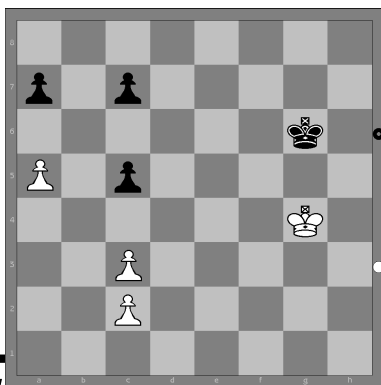
(xl) Qual movimento é sugerido?



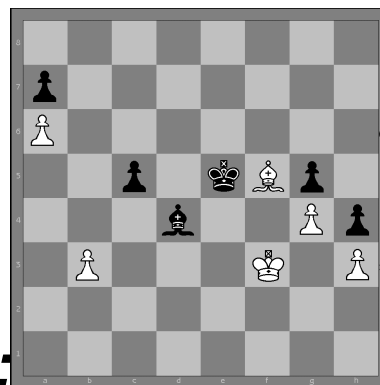
12:



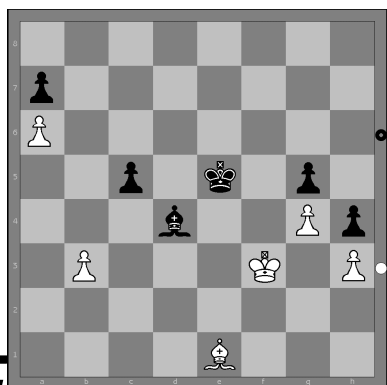
13:



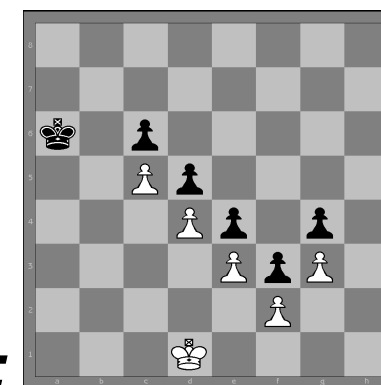
14:



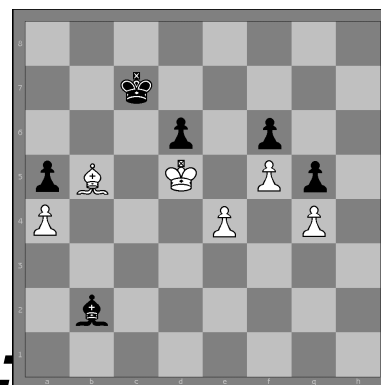
15:



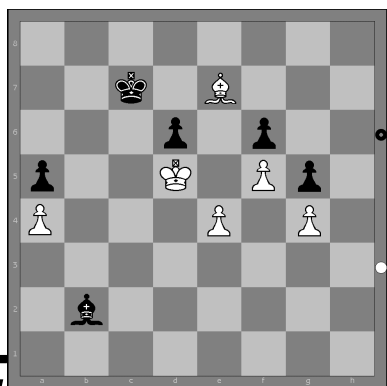
16:



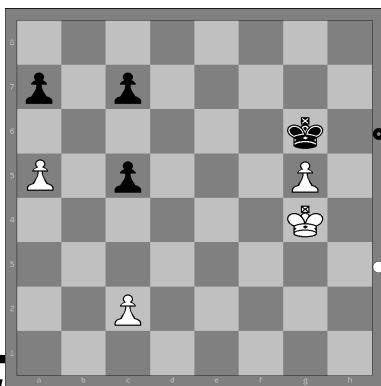
17:



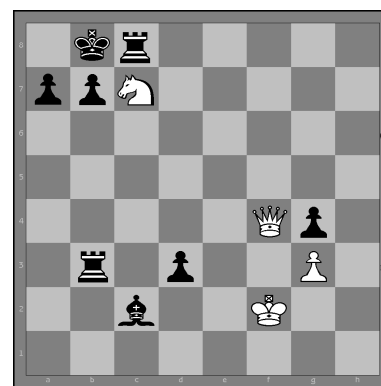
18:



19:



20:



NOME: \_\_\_\_\_  
RATING: \_\_\_\_\_  
EMAIL: \_\_\_\_\_ TELEFONE: \_\_\_\_\_  
LOCAL DE APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO: \_\_\_\_\_  
DATA: \_\_\_\_\_

*Por favor faça o casamento entre os tabuleiros neste formulário.*

