

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA
CURSO DE DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO

COMO TOMADORES DE DECISÃO EXPERTS
PERCEBEM CENÁRIOS COMPLEXOS?

TESE APRESENTADA À ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E
DE EMPRESAS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

ANNA ELIZABETH TAVARES DE ARAÚJO FREITAS
Rio de Janeiro - 2009

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA
DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO

COMO TOMADORES DE DECISÃO EXPERTS PERCEBEM CENÁRIOS COMPLEXOS?

Tese de doutorado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Administração da Escola Brasileira de
Administração Pública e de Empresas
– EBAPE – da Fundação Getulio
Vargas – FGV – para a obtenção do
grau de Doutor em Administração.

Anna Elizabeth Tavares de Araújo Freitas

Rio de Janeiro, maio de 2009

ORIENTADOR: Prof. Dr. Alexandre Linhares

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA
DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO

COMO TOMADORES DE DECISÃO EXPERTS PERCEBEM CENÁRIOS COMPLEXOS?

TESE DE DOUTORADO APRESENTADA POR:
ANNA ELIZABETH TAVARES DE ARAÚJO FREITAS

E
APROVADA EM __/__/__
PELA COMISSÃO EXAMINADORA

PROF. DR. ALEXANDRE LINHARES
EBAPE - FGV

PROF. DR. JOAQUIM RUBENS FONTES FILHO
EBAPE-FGV

PROF. DR. DELANE BOTELHO
EBAPE-FGV

PROF. DR. ALEXANDRE MENDES
THE UNIVERSITY OF NEWCASTLE - AUSTRALIA

PROF. DR. GERSON LACHTERMACHER
FEA - UFRJ

PROF. DR. CHRISTIAN NUNES ARANHA
PUC-RIO

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a várias pessoas que direta ou indiretamente me inspiraram, orientaram, me assistiram e tornaram possível meu estudo doutoral. Em especial, meus maiores agradecimentos são dirigidos ao prof. Dr. Alexandre Linhares, meu orientador, que me mostrou a relevância da pesquisa e sua base científica. Seu entusiasmo contagiante pelas ciências, me incentivou, proporcionando desafios e estímulos intelectuais, que resultaram nesta Tese de Doutorado, e irão influenciar positivamente toda minha carreira.

Agradeço aos professores Prof. Dr. Joaquim Rubens Filho, Prof. Dr. Delane Botelho, Prof. Dr. Alexandre Mendes, Prof. Dr. Gerson Lachtermacher e Prof. Dr. Christian Aranha, membros da minha banca, por suas sugestões, críticas construtivas, e comentários que ajudaram a construir a versão final deste trabalho. Gostaria também de agradecer ao Prof. Dr. Eduardo Marques e a Profa. Dra. Maria Augusta, por participarem do meu exame de qualificação, por suas valiosas sugestões.

Agradeço também, a todos os docentes, colegas de doutorado e funcionários da EBAPE, com os quais convivi e recebi inestimável apoio ao longo desta trajetória; ao Prof. Dr. Alexandre Mendes, por sua valiosa contribuição na análise de dados com a utilização de *data mining*.

Ao grandmaster Rafael Leitão pela imensa gentileza em contribuir com suas análises, e aos muitos enxadristas que, de forma dedicada, ofereceram-se para participar dos diversos experimentos de reconstrução, proporcionando elementos que foram essenciais para a construção deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, aos meus irmãos Tony, Xande e Beto, pois me ensinaram que crescemos e reforçamos a união ao manter a autenticidade em divergir, questionar e debater. Finalmente, agradeço pelo amor inequívoco que eles sempre, de forma irrestrita, me ofereceram.

RESUMO

Nesta tese, apontamos uma crítica à pesquisa básica de Chase e Simon (1973), e buscamos novos resultados ao analisar os erros de enxadristas experts e novatos em experimentos de reprodução de posições de xadrez. Enxadristas, com diferentes níveis de expertise, participaram do estudo. Os resultados foram submetidos a análises qualitativas com um grandemestre brasileiro, e as análises quantitativas foram realizadas com o uso de métodos estatísticos tradicionais e métodos de *data mining*. Os resultados alteram – de forma significativa – as teorias correntes de expertise, memória e tomada de decisão nesta área, pois a teoria atual prevê uma codificação via peças em quadrados, com jogadores conseguindo registrar a situação estratégica reproduzindo-a fielmente, mas cometendo vários erros do tipo que a teoria não prevê.

A teoria atual não pode explicar completamente a codificação utilizada pelos jogadores para registrar um tabuleiro. Os erros de jogadores intermediários conseguem preservar fragmentos da situação estratégica, ainda que tenham cometido uma série de erros na reconstrução das posições. A codificação de *chunks*, portanto, inclui mais informações do que o que é previsto pelas teorias correntes.

Atualmente, a literatura de percepção, julgamento e decisão é fortemente concentrada na idéia de “reconhecimento de padrões”. Baseados nos resultados desta pesquisa, buscamos explorar uma mudança de perspectiva. A idéia de “reconhecimento de padrões” pressupõe que o processamento de informação relevante é sobre “padrões” (ou dados) que existem independentemente de qualquer interpretação. Propomos que a tese sugere a visão da tomada de decisões via o reconhecimento de experiências.

PALAVRAS-CHAVE:

percepção, xadrez, reconhecimento de experiências, administração

ABSTRACT

In this thesis, the basic research of Chase and Simon (1973) is questioned, and we seek new results by analyzing the errors of experts and beginners chess players in experiments to reproduce chess positions. Chess players with different levels of expertise participated in the study. The results were analyzed by a Brazilian grandmaster, and quantitative analysis was performed with the use of statistical methods data mining. The results challenge significantly, the current theories of expertise, memory and decision making in this area, because the present theory predicts piece on square encoding, in which players can recognize the strategic situation reproducing it faithfully, but commit several errors that the theory can't explain.

The current theory can't fully explain the encoding used by players to register a board. The errors of intermediary players preserved fragments of the strategic situation, although they have committed a series of errors in the reconstruction of the positions. The encoding of chunks therefore includes more information than that predicted by current theories.

Currently, research on perception, trial and decision is heavily concentrated on the idea of "pattern recognition". Based on the results of this research, we explore a change of perspective. The idea of "pattern recognition" presupposes that the processing of relevant information is on "patterns" (or data) that exist independently of any interpretation. We propose that the theory suggests the vision of decision-making via the recognition of experience.

KEYWORDS:

perception, chess, experience recognition, management

SUMÁRIO

1. CELEBRANDO A INTUIÇÃO	12
1.1 O julgamento rápido é uma habilidade crucial na tomada de decisões	13
1.2 Um estudo na área de <i>julgamento e tomada de decisões</i>	17
1.2.1 Nem todas as alternativas são exploráveis	19
1.2.2 A percepção de uma situação molda as opções consideradas no processo decisório	22
1.3 Sumário	24
2. PERCEPÇÃO E TOMADA DE DECISÕES: UMA CRÍTICA À TEORIA DE CHUNCKING	26
2.1 Isolando as questões científicas	26
2.2 Chase e Simon (1973), parte (i): o experimento de <i>recall</i>	29
2.3 Chase e Simon (1973), parte (ii): o experimento de <i>recall</i>	31
2.4 Sumário	35
3. EXPERIMENTO: MATERIAIS E MÉTODO	36
3.1 Método	36
3.2 Participantes	38
3.3 Materiais	38
3.3 Análise Numérica de Dados	41
4. ANÁLISE QUALITATIVA DOS ERROS	64
5. IMPLICAÇÕES PARA A TOMADA DE DECISÃO NO XADREZ	67
5.1 Introdução	67
5.2 CHREST – <i>Chunk Hierarchy and REtrievel STRucture</i>	68
5.3 <i>Discrimination Nets</i> ou Redes de Discriminação	69
5.4 Simulações: fases de aprendizagem e de execução	71
5.5 CHUMP – <i>CHUnks of Moves and Patterns</i>	73
5.6 Que tipos de erros devemos esperar de CHREST e teorias semelhantes?	77
5.7 Sumário	80
6. TOMADA DE DECISÃO VIA RECONHECIMENTO DE EXPERIÊNCIAS	81
7. O PRÓXIMO PASSO	87
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A	104
Análise das posições reais e das reconstruções	105
Análise da Posição Original 1	105
Análise da Posição Original 2	110
Análise da Posição Original 3	115
Análise da Posição Original 4	119
Análise da Posição Original 5	123
Análise da Posição Original 6	127
Análise da Posição Original 7	131
Análise da Posição Original 8	135
Análise da Posição Original 9	139
Análise da Posição Original 10	143
Análise da Posição Original 11- Aleatória	146
Análise da Posição Original 12 - Aleatória	147

Análise da Posição Original 13- Aleatória.....	148
Análise da Posição Original 14 - Aleatória.....	149
Comentários adicionais da entrevista	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Uma posição real de um jogo de xadrez e uma posição aleatória	29
Figura 2.2. O resultado clássico de Chase e Simon	30
Figura 2.3. A distribuição dos tempos na tarefa de percepção	32
Figura 3.1. Heatmap com clusters entre diferentes atributos versus reproduções	47
Figura 3.2. Árvore de decisão – reconstruções estrategicamente perfeitas versus outras	53
Figura 3.3. Árvore de decisão -classe “2” versus classe “0”	59
Figura 3.4. Árvore de decisão - reconstruções muito ruins versus as outras	62
Figura 5.1. Um fragmento de uma rede de discriminação	69
Figura 5.2. Um exemplo de template CHREST	71
Figura 5.3. Reconhecimento de experiências	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. Definições de Intuição	15
Tabela 1.2. Processos de Decisão Sujeitos a Information Overload	21
Tabela 1.3. A Influência da Estrutura do Problema.....	22
Tabela 2.1. Tabela 1 de Chase e Simon.....	33
Tabela 3.1. Resultados de atributos pela ordem, por teste.....	44
Tabela 3.2. Atributos mais e menos importantes entre as três classes distintas.	45
Tabela 3.2. Resultados sumarizados dos classificadores	51
Tabela 3.3. Precisão por teste.	52
Tabela 3.4. Resultados de atributos pela ordem	55
Tabela 3.5. Resultados – Classificação	56
Tabela 3.6. Resultados – Accuracy	57
Tabela 3.7. Resultados – método Naïve Bayes	58
Tabela 3.8. Resultados de atributos pela ordem e por teste	60
Tabela 3.9. Resultados – Classificação.....	61
Tabela 3.10. Resultados – Accuracy.....	63

1. CELEBRANDO A INTUIÇÃO

"I found that the myth of the manager as a kind of orchestra conductor with everything under control and all very organized and systematic and so on just didn't hold up. It was a job characterized by enormous amounts of interruption, it was almost frenetic, people moving back and forth from one thing to another. A lot of very short tasks, very verbal, not just verbal but oral as opposed to written, not much written. Half the tasks I watched them perform last less than nine minutes and often you will see a very rapid sequence of activities that will just bounce back and forth between things, they get interrupted a lot and so on. Yes, it sounds like... how are you supposed to run an organization like... by doing things like that? But then you have to understand what running an organization means. A lot of it means dealing with those issues that nobody else can deal with. So anything that comes up that doesn't fall neatly into somebody or other's responsibility naturally ends up with the manager, so managers end up dealing with all kinds of unexpected things. It's a very unexpected job."

Henry Mintzberg

Em 1968, uma dissertação de doutorado do MIT (Massachusetts Institute of Technology) trouxe importantes idéias para a literatura da Administração. Henry Mintzberg, seu autor, argumentara que a natureza do trabalho dos gerentes era fundamentalmente distinta dos (então) "mitos" de que gerentes "planejam, organizam, coordenam e controlam". Mintzberg havia observado uma série de gerentes em ação e catalogado as tarefas em que eles se engajavam. Em sua imensa maioria, as tarefas levavam intervalos de tempo menores do que 9 minutos, e havia um enorme número de interrupções. Era claro que gerentes não dispunham, na prática, de tempo em larga escala para, por exemplo, realizar estudos de planejamento. Gerentes respondiam rapidamente a um contexto com enormes mudanças, e as quatro "tarefas" (planejar, organizar, coordenar e controlar) foram reclassificadas por Mintzberg como "objetivos". Era óbvio para Mintzberg que gerentes

necessitam de julgamentos e decisões rápidas, em contraste com longos processos de planejamento.

Mintzberg sumariza, ainda hoje, suas contribuições científicas com o termo "*celebrating intuition*" (Mintzberg, 2007, p.9). Com base nisso, esta tese também visa celebrar a intuição, e podemos começar a discuti-la focalizando nos processos de tomada de decisão.

1.1 O julgamento rápido é uma habilidade crucial na tomada de decisões

Gerentes têm que desenvolver a habilidade de julgar rapidamente o que é relevante. Um gerente atual pode ter, a qualquer momento, dezenas ou centenas de e-mails não lidos, diversas pessoas solicitando "um minuto" de seu tempo (presencialmente ou por telefone), um enorme número de autorizações, documentos legais e outros documentos burocráticos para lidar, além de sua própria agenda: as tarefas que deseja realizar e o futuro que deseja criar. Muitas vezes o *workload* é maior do que pode ser feito (Mintzberg, 2007). Isso faz com que decisões como sobre o que é relevante e o que não é; o que necessita de resposta imediata e o que não necessita; quem deve ser atendido, quem deve retornar futuramente e quem não deve ser atendido; quais documentos devem ser assinados após uma breve leitura e quais devem ser descartados ou negados; quais tarefas postergar e quais delegar devam ser tomadas com extrema rapidez. Isso faz com que as capacidades de julgamento rápido e intuição se tornem cruciais para a tomada de decisões. A partir dessa realidade, propomos nesta tese o estudo da intuição humana e de nossa racionalidade limitada.

O que exatamente é intuição? Ainda não há uma definição científica que seja consenso (Dane & Pratt 2007, vide tabela abaixo). Dane e Pratt, porém, ressaltam quatro características que parecem compor a essência do constructo (tendo sido citadas por pesquisadores oriundos de diversas disciplinas). A intuição é um processo (1)

inconsciente (2) envolvendo associações holísticas (3) que são produzidas rapidamente e (4) resultam em julgamentos com carga afetiva (*affectively charged judgments*)¹.

O conceito de intuição ainda não é maduro cientificamente, como DNA ou átomo ou “variância”. Há, ainda, debate sobre a questão filosófica do que é intuição, e uma enorme variedade de definições na literatura científica.

Definições de Intuição	
Jung (1933)	Função psicológica que transmite percepção de um modo inconsciente.
Wild (1938)	Conscientização imediata por alguém, de uma determinada entidade, sem qualquer ajuda dos sentidos ou da racionalidade como causa para essa conscientização.
Bruner (1962)	Arte da compreensão do sentido, significado, ou estrutura de um problema sem a confiança explícita no dispositivo da habilidade analítica de alguém.
Westcott & Ranzoni (1963)	Processo de chegada a uma conclusão baseado em pouca informação, normalmente obtido com base em informações adicionais.
Rorty (1967)	Compreensão imediata.
Bowers, Regehr, Balthazard & Parker (1990)	Percepção preliminar de coerência (padrão, significado, estrutura) que a princípio não é conscientemente representada, mas guiada pelo pensamento e questionamento em direção a um pressentimento ou hipótese relativos à natureza da coerência em questão.

¹ *Instintos* são reflexos automáticos ao estímulo, biologicamente inatos, não necessitando de experiência ou aprendizado para seu desenvolvimento. *Introversão*, ou *Insight*, em que surgem inesperadamente pensamentos para a solução de um problema, é diferente de intuição, pois é um processo demorado que inicia com pensamento analítico e deliberado, seguido de período de incubação. O *insight* possibilita a consciência das relações lógicas que apoiam uma resposta ou solução particular, enquanto que na intuição não é possível de forma consciente explicar a lógica subjacente ao julgamento (Klein, 1999).

Shirley & Langan-Fox (1996)	Sentimento de conhecimento acurado baseado em informação inadequada e sem informação consciente do pensamento racional.
Simon (1996)	Atos de reconhecimento.
Shapiro & Spence (1997)	Modo de processamento inconsciente e holístico em que as decisões são tomadas sem consciência das regras de conhecimento utilizadas para inferência e que parecem adequadas, apesar da inabilidade pessoal para enunciar os motivos.
Burke & Miller (1992)	Conclusão cognitiva baseada em uma tomada de decisão com experiências prévias e entradas emocionais.
PolICASTRO (1999)	Forma implícita de conhecimento que orienta a tomada de decisão em uma direção promissora.
Lieberman (2000)	Experiência subjetiva de um processo predominantemente não consciente – rápido, ilógico e inacessível para a conscientização –, o qual, dependendo da exposição ao domínio ou espaço do problema, é capaz de extrair informações probabilísticas.
Raidl & Lubart (2000 - 2001)	Processo perpétuo construído por meio de um ato primordialmente subconsciente de conectar elementos discrepantes de informação.
Hogarth (2001)	Pensamentos que são obtidos com pouco esforço aparente e tipicamente sem estar ciente da conscientização, envolvendo pouca ou nenhuma deliberação consciente.
Myers (2002)	Capacidade para conhecimento direto e imediato anteriores a análises racionais.
Kahneman (2003)	Pensamentos e preferências que rapidamente e sem muita reflexão chegam ao cérebro.

Tabela 1.1. Definições de Intuição

Para compreender o uso da intuição em decisões gerenciais, Agor (1986) solicitou duzentos executivos, os 10% que, em um estudo prévio, pontuaram mais alto na “escala de intuição”, para participar de uma pesquisa. Por meio de um questionário com 11 questões abertas, administradas por correio e entrevista pessoal, a pesquisa visava a investigar de forma mais profunda como administradores utilizavam suas habilidades intuitivas no contexto gerencial. O grupo de executivos foi selecionado justamente porque, se a intuição estava sendo usada em processo de decisões, ela seria mais evidente entre os executivos que tinham a maior habilidade de usá-la. Setenta respostas foram recebidas de altos executivos de organizações como a General Motors, Chrysler Corporation e Fundação Ford. Os executivos apontaram que a habilidade intuitiva é apropriada:

- quando existe alto nível de incerteza;
- quando há poucos precedentes;
- quando as variáveis são menos previsíveis cientificamente;
- quando os fatos são limitados;
- quando os fatos não apontam claramente a direção a ser tomada;
- quando os dados analíticos são de pouca utilidade;
- quando existem várias soluções alternativas plausíveis para seleção com bons argumentos para cada; ou
- quando o tempo é limitado e há pressão para estabelecer a decisão correta.

Entre os exemplos citados por Agor (1986) de decisões estratégicas importantes, em que executivos alegaram seguir a intuição (com resultados finais que se mostraram, *a posteriori*, positivos), estão: não recomendar o investimento em um projeto em que havia capacidade técnica e apoio do corpo de cientistas para sua implementação; ou a decisão de manter um determinado medicamento no mercado apesar da recomendação da FDA de tirá-lo.

Entretanto, o uso da intuição nas empresas não se restringe a questões estratégicas. Em um estudo em que gerentes indicaram áreas funcionais com crença de que a intuição tem

um papel essencial, a maioria indicou que a intuição era significativa para decisões em estratégia corporativa e planejamento, marketing, desenvolvimento de recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento, investimentos e aquisições, fusões e alianças. Um menor número de respondentes indicou acreditar que a intuição tem um papel em decisões relacionadas a investimentos de capital, finanças, produção e gestão de operações (Parikh (1994) em Sadler-Smith & Shefy, 2004).

O papel da intuição nas empresas pode ser até subestimado. Sadler-Smith e Shefy (2004) ressaltam que executivos mais baixos na hierarquia podem ter a necessidade de exibir “racionalidade” para os superiores, legitimando suas decisões com dados e análises, ao invés de admitir abertamente que a ação é baseada em intuição, preferências e julgamentos subconscientes. Funcionários de organizações podem acumular anos de experiência em suas funções; no entanto, a superioridade do desempenho de um especialista em relação a um novato depende do tipo de decisão envolvida. Em um estudo em mercados financeiros envolvendo previsão de taxas de câmbio, os profissionais tiveram desempenho pior que leigos com acesso apenas ao desempenho passado das taxas (Johannes & Schmidt, 2006).

1.2 Um estudo na área de *julgamento e tomada de decisões*

Obviamente, a tomada de decisões é uma área central na administração. Nesta tese, propomos estudos na subárea conhecida como *julgamento e tomada de decisões*². Nesta introdução, gostaríamos de ressaltar dois pontos cruciais para a compreensão da importância de nossas propostas: (i) o julgamento rápido é uma habilidade crucial na

² Há um crescente número de disciplinas intituladas *Judgement & Decision Making* nas universidades americanas e européias; e *journals* científicos, como *Judgment & Decision Making*, *Journal of Behavioral Decision Making*, ou *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, têm se consolidado como altamente relevantes. É possível que nos próximos anos também se tornem disciplinas, conferências e periódicos regulares em nosso país.

tomada de decisões; e (ii) a percepção de uma situação ou cenário molda as opções consideradas no processo decisório.

Teorias "racionais" de tomada de decisão, incluindo estudos em microeconomia, teoria dos jogos ou pesquisa operacional, consideram que todas as opções possíveis deveriam receber grau semelhante de atenção. Isto é, todos os *branchpoints* de uma árvore de decisão deveriam ser percorridos sem um viés preestabelecido.

Um exemplo pode ser visto na introdução de um livro-texto de teoria dos jogos (Osbourne e Rubinstein, 1994), em que, para tomar-se uma decisão, há, em cada momento, as seguintes informações, formalizadas em um modelo matemático:

- (i) um conjunto A de alternativas disponíveis;
- (ii) uma função mapeando cada alternativa em A para um conjunto C de consequências esperadas;
- (iii) uma função mapeando cada consequência em C e para um conjunto U (contido no conjunto dos números reais), ou seja, cada alternativa possui uma consequência mensurável por uma função utilidade.

Nesse modelo, o processo de tomada de decisão consiste, portanto, de selecionar-se a alternativa em A que maximize a utilidade esperada (Osbourne e Rubinstein, 1994). O modelo implicitamente assume (i) que *todas as alternativas são exploráveis*. Também assume (ii) que *não há uma predisposição para explorar uma alternativa em detrimento de outras*. Como veremos nesta seção, isso não é verdadeiro quando tratamos da psicologia da tomada de decisões. Nosso objetivo aqui não é criticar a teoria de jogos *per se*, pois ela possui enorme valor em inúmeras situações estratégicas (veja, entretanto, Camerer, 2003 para tal crítica). Nosso objetivo é estudar como a psicologia humana lida com tais situações e argumentar que tais pressupostos implícitos são inválidos no contexto de processamento de informações pela mente humana: esses pressupostos são inválidos no contexto da *racionalidade limitada*.

Considere o primeiro pressuposto: que se podem explorar todas as opções no conjunto A de alternativas.

1.2.1 Nem todas as alternativas são exploráveis

Obviamente, o tempo e a atenção de um decisor são recursos escassos. Isso faz com que, para um enorme número de árvores de decisão, apenas um pequeno subconjunto possa ser considerado.

Simon e seus colegas demonstraram que isso não é possível (Simon & Chase, 1973; Simon, 1987). Mesmo que uma pessoa fosse capaz de considerar números gigantescos de alternativas sob pressão de tempo, há problemas para os quais o número de opções está além dos limites de processamento de informações. Considere um exemplo de problema *NP-Completo* (Garey e Johnson, 1979), conhecido como *Knapsack Problem*: uma linha aérea deve selecionar uma série de itens para transportar, de um conjunto de mil itens. Não é possível transportar todos eles; então, deve-se selecionar um subconjunto dele. Qual é o subconjunto mais lucrativo³?

Suponha que um método seja desenvolvido e que encontre o subconjunto ótimo em 1 segundo. No caso de acrescentarmos 20 elementos ao conjunto inicial (agora com 1020 produtos), o tempo que o mesmo método usaria seria calculado por 1×2^{20} segundos, ou seja, mais de um milhão de segundos (mais de 277 dias). Caso acrescentássemos um 21º elemento, o tempo necessário dobraria novamente (Garey e Johnson, 1979). Meros 40 elementos adicionais (totalizando 1060 elementos) levariam a mais de 270 milhões de dias. Obviamente, é impossível obter o conjunto ótimo, mesmo para um problema facilmente caracterizado formalmente como este.

³ Não existe método conhecido para solucionar problemas NP-Completo em tempo factível. Dada a importância prática e teórica desta classe de problemas, a descoberta de um método seria de gigantesco impacto para a economia, a pesquisa operacional e a ciência da computação.

Simon propôs que, ao invés de otimização dentro de um espaço de possibilidades (que levaria para a melhor alternativa, a “solução ótima”), as pessoas possuem racionalidade limitada. As pessoas buscariam soluções satisfatórias, e, no momento em que uma solução satisfatória é encontrada, o processo de busca por uma alternativa seria interrompido. Simon propôs o termo “satisficing” em contraste ao termo “optimizing”.

Estudos modernos mostram, ainda, que, à medida que o número de informações disponíveis cresce, a qualidade das decisões pode piorar. A tentativa de se analisarem informações em demasiado pode confundir o indivíduo, afetar sua capacidade de estabelecer prioridades e tornar as informações prévias mais difíceis de lembrar (Eppler e Menguis, 2004). O desempenho do indivíduo correlaciona-se positivamente com a quantidade de informação disponível apenas até certo ponto.

O impacto inesperado da quantidade de informações na qualidade das decisões foi estudado em vários tipos de tomada de decisão (Eppler e Menguis, 2004 – vide tabela 1.2 abaixo). Entre os sintomas ou consequência do excesso de informação apontados na revisão de literatura de Eppler e Menguis (2004), estão a análise e organização arbitrária de informação, tomada de decisões subótimas, confusão e falso senso de segurança devido à redução de incerteza (excesso de confiança).

A naturalidade com que um especialista mais bem-sucedido age, seja ele um enxadrista, um músico, ou um gerente, resulta de anos de treinamento e dedicação. Para se tornar um grande mestre em xadrez ou um virtuoso no violino, são necessários vários anos de experiência e treinamento intenso (Charness *et al.*, 2001). Essa experiência acumulada permite decisões rápidas sem a necessidade de constantes análises conscientes das informações disponíveis – ou seja, permite o uso eficaz da intuição.

Pesquisas sugerem que indivíduos usam a intuição quando se deparam com pressões de tempo: investigando bombeiros, militares e profissionais de serviços médicos de emergência em seus ambientes reais de trabalho, Klein (1998) percebeu que o modo

como decidiam não era baseado no raciocínio analítico, mas sim no rápido reconhecimento de situações como familiares e análogas.

Decisões Gerenciais em geral	Ackoff, 1967; Iselin, 1993
Administração (projeto, estratégica, produção)	Chervany e Dickson, 1974; Hacksever e Fisher, 1996; Meyer 1998; Sparrow, 1999
Supermercados (escolha de produtos)	Friedman, 1977 e Jacoby et al., 1974
Processo de Previsão de Falência	Casey, 1980; Iselin, 1993
Processo de Orçamento de Capital	Swain e Haka, 2000
Precificação	Meyer, 1998
Publicidade (Seleção de Mídia)	Meyer, 1998
Desenvolvimento de estratégia	Sparrow, 1999
Decisões Financeiras	Iselin, 1998; Revsine, 1970
Escolha de Marca	Jacoby et al. 1974, 1987; Malhotra, 1982; Owen, 1992; Scammon, 1977; Wilkie, 1974
Aviação	O'Reilly, 1980
Decisões de Médicos	Hunt e Newman, 1997

Tabela 1.2. Processos de Decisão Sujeitos a Information Overload

As características da tarefa modulam o efeito do expertise no desempenho. Spence & Brooks (1997) verificaram experimentalmente que, variando o tipo de problema, a maior vantagem de experts em relação aos novatos aparecia em tarefas pouco estruturadas, mas estruturáveis.

Até este ponto procuramos estabelecer que *nem todas as opções possíveis podem ser exploradas num processo decisório* (Simon, 1987; Klein, 1998; Garey & Johnson, 1979). Vamos agora argumentar um segundo ponto crucial para a tese: *a percepção que decisores possuem de um cenário molda as opções consideradas, enfatizando algumas, em detrimento de outras*. Como vimos acima, este ponto também vai de encontro aos pressupostos básicos das teorias racionais de decisão.

	Inicialmente bem estruturado	Inicialmente mal estruturado, mas estruturável	Inerentemente desestruturado
Experts	Os profissionais solucionam o problema com base em seus conhecimentos e informações externas.	Os profissionais aplicam seus conhecimentos para formular um problema externamente bem estruturado, o qual pode, teoricamente, ser resolvido.	Os profissionais raciocinam por analogia ou utilizam heurísticas, e os resultados variam.
Iniciantes	Os aprendizes descobrem como solucionar o problema com base no conhecimento geral e informações externas.	Os aprendizes não podem estruturar o problema com segurança, eles evocam heurísticas simplistas e frequentemente inapropriadas.	

Tabela 1.3. A Influência da Estrutura do Problema

1.2.2 A percepção de uma situação molda as opções consideradas no processo decisório.

Considere o seguinte exemplo, já clássico na literatura de *judgment & decision-making* (vide Kahneman, 2003):

Imagine que os Estados Unidos estejam se preparando para o rompante de uma doença asiática atípica, em que se prevê a morte de 600 pessoas. Dois programas alternativos para enfrentar essa crise foram propostos. Suponha que as estimativas científicas exatas

das consequências desses dois programas sejam dadas abaixo. Note que tanto o programa A quanto o programa B levam à mesma utilidade esperada. Ou seja, a única distinção entre os programas refere-se às probabilidades envolvidas (no caso do programa A, não há incerteza, e a probabilidade é 1).

Programa A: 200 pessoas serão salvas e 400 pessoas morrerão

Programa B: Existe uma probabilidade de um terço de que todas as 600 pessoas sejam salvas e nenhuma pessoa morra e uma probabilidade de dois terços de que nenhuma pessoa seja salva e 600 pessoas morram.

Observe agora como uma amostra significativa de indivíduos entrevistados se comporta diante dessas alternativas (Kahneman, 2003), ao reescrevermos as opções sem alterar seu conteúdo lógico. Ao lado de cada alternativa está a percentagem de indivíduos que optaram por determinado programa.

Programa A: 200 pessoas serão salvas. (72%)

Programa B: Existe uma probabilidade de um terço de que todas as 600 pessoas sejam salvas e uma probabilidade de dois terços de que nenhuma pessoa seja salva. (28%)

Programa A: 400 pessoas morrerão. (22%)

Programa B: Existe uma probabilidade de um terço de que nenhuma pessoa morra e uma probabilidade de dois terços de que 600 pessoas morram. (78%)

Como esses estudos demonstram, as tomadas de decisão são efetivamente executadas no momento da “percepção” do problema, e as associações subjetivas relacionadas aos termos “vidas serão salvas” e “pessoas morrerão” influenciam significativamente a tomada de decisão.

Esse é apenas um exemplo de toda uma série. Os resultados são robustos, mostrando, inequivocamente, que, *dada nossa racionalidade limitada, a percepção de uma situação molda as opções consideradas no processo decisório*. Mais referências podem ser encontradas em Tversky, A. & Khaneman, 1981; Ritov *et al.*, 1993 Johnson *et al.*, 1993, Highhouse *et al.*, 1996.

Na pesquisa operacional, o uso de heurísticas e métodos de *pruning* faz com que algumas opções sejam mais bem exploradas em detrimento de outras. Mas ainda assim isso difere de pessoas: (i) as heurísticas são programadas *a priori*, enquanto há evidências de que as pessoas priorizam as alternativas de forma dinâmica, enquanto diagnosticam o problema envolvido (Klein, 1998). Finalmente, os métodos de *pruning* apenas priorizam uma certa alternativa após obter informações sobre outras alternativas distintas e seus respectivos valores em termos de utilidade (ou função-objetivo).

Dados esses argumentos iniciais de que (i) *o julgamento rápido é crucial na tomada de decisões* e que (ii) *nossa racionalidade limitada prestigia algumas escolhas em detrimento de outras*, argumentamos, na seção seguinte, que há um espaço inexplorado na literatura de julgamento e tomada de decisão. Argumentamos que o estudo de Chase e Simon (1973), sobre julgamentos rápidos em xadrez, deixa em aberto inúmeros problemas científicos – os quais pretendemos explorar.

1.3 Sumário

Nesta seção introdutória, argumentamos que:

1. a capacidade de tomar decisões rápidas, ou de realizar julgamentos rápidos, em suma, a intuição humana, é crucial para a administração, sendo, portanto, um importante tópico de estudo;
2. nossa racionalidade limitada impossibilita a consideração de todas as alternativas possíveis na grande maioria de cenários;

3. a percepção de uma situação molda a propensão de decisores, priorizando algumas alternativas em detrimento de muitas outras.

Dadas essas preliminares, na próxima seção, apresentamos um estudo clássico que servirá como ponto introdutório para a tese.

“How do we account for the judgment or intuition that allows the chess grandmaster usually to find good moves in a few seconds? A good deal of the answer can be derived from an experiment that is easily repeated. If a grandmaster and a novice are shown, for five seconds, a position from an actual but unfamiliar chess game, and asked to reproduce the position, the grandmaster will usually do so with about 95% accuracy, while the novice will average about 25%. Does this mean that chess expertise is based on superior visual imagery? No, because if we now present boards with the same pieces placed at random, the novice will still replace about 6 pieces, but the grandmaster only 7. The difference lies not in imagery, but in the expert’s knowledge. For the grandmaster, a position from a well-played game is not a clutter of 25 pieces, but an arrangement of a half-dozen familiar patterns, recognizable old friends.”

Herbert Simon (1997) *Administrative Behavior*, 4th ed. (1st ed. 1947), p. 134

2. PERCEPÇÃO E TOMADA DE DECISÕES: UMA CRÍTICA À TEORIA DE CHUNKING⁴

Na introdução, vimos como é importante a habilidade de decisores de rapidamente avaliar alternativas e tomar decisões. Nesta seção, consideramos as habilidades de *perceber a natureza de situações muito rapidamente*.

2.1 Isolando as questões científicas

Em todas as ciências, existe a necessidade de isolar as questões científicas das inúmeras questões relacionadas que podem distrair das questões centrais. A física usa pêndulos,

⁴ Em 6 de maio de 2009, parte deste capítulo (e do capítulo 5) foi aceita para publicação no journal *New Ideas in Psychology*, Elsevier Science.

rampas inclinadas, trens imaginários; a biologia genética iniciou com os estudos de Mendel com ervilhas e hoje utiliza moscas como objeto central. Os resultados obtidos inicialmente em estudos bastante restritos geram hipóteses e teorias que mais tarde são testadas num escopo de situações muito maior. Esta é uma das grandes forças da ciência: ervilhas nos falam sobre a natureza humana, e trens imaginários nos falam sobre a natureza do universo. Pode-se dizer que, na área de tomada de decisões, o jogo de xadrez assumiu esse papel:

"Chase e Simon declararam que o xadrez era a *drosophila* da psicologia cognitiva. Assim como a mosca da fruta era o modelo ideal de laboratório para o estudo da hereditariedade – com a adequada complexidade genética, reprodução rápida e características físicas facilmente manipuláveis nas recomposições genéticas –, também o xadrez o era para o estudo da mente humana. Seus atributos tornavam-no particularmente apropriado para os cientistas que procuravam decifrar questões sobre tomadas de decisão, atenção e consciência." (em Shenk, 2007)

Algumas razões para tal são: (i) o longo histórico do xadrez, com uma grande gama de situações existentes que solicitam análises específicas; (ii) o fato de que as regras do jogo fornecem um ambiente restrito e específico; (iii) o fato de que o jogo permite manipulações experimentais relativamente simples; e (iv) a existência de um sistema de classificação (sistema ELO) que estima as habilidades de forma quantitativa. Há grande dificuldade de classificar o desempenho de especialistas em outros ramos de atividades com um critério tão objetivo.

Inúmeros pesquisadores de tomada de decisão trabalharam no domínio de xadrez, incluindo Alan Turing, John von Newmann, Herbert Simon, Claude Shannon, Allen Newell e Gary Klein. O trabalho de Herbert Simon e Allen Newell mais tarde levaria à teoria de complexidade computacional e à teoria de *satisficing*. Os trabalhos de Turing e Shannon foram pioneiros na criação da ciência cognitiva e na ampliação da psicologia para além dos dogmas do behaviorismo. É um domínio clássico de estudo, em que focaremos o início do trabalho de pesquisa. Mais tarde, após os primeiros resultados, desejamos ampliar as hipóteses e teorias para áreas bastante aplicadas – notadamente as decisões de operadores do mercado financeiro (vide seção 4).

Sob vários aspectos, Chase e Simon (1973), "Perception in Chess" é um *paper* clássico. Os experimentos que mostram que os mestres em xadrez podem facilmente reconstruir posições complexas após uma breve apresentação já haviam sido conduzidos por De Groot (1965), mas Chase e Simon também mostraram que, em posições aleatórias, a superioridade dos mestres na reconstrução (em relação a novatos) praticamente desaparece.

A conclusão a que Chase e Simon chegam é que mestres em xadrez possuem algo como 50 mil a 100 mil *chunks* (pedaços), codificando combinações de peças. Esse resultado tornou-se praticamente um clichê, na literatura de especialização, na medida em que experimentos semelhantes, em diferentes domínios, trouxeram resultados semelhantes.

O artigo seminal de Simon e Chase (1973) sobre os padrões de memórias dos mestres revelou que eles podiam reconhecer mais de 50 mil configurações que eram armazenadas ou fragmentadas como padrões familiares na memória de longo prazo. Por isso, eram capazes de jogar vários jogos simultaneamente mesmo sob restrições de tempo, e, quando apresentados com um arranjo de peças em um tabuleiro, instantaneamente reconheciam os movimentos estratégicos apropriados para a situação (Chase & Simon, 1973).

O *paper* recebeu mais de 880 citações no banco de dados do Institute of Scientific Information (ISI) e disparou uma nova área do conhecimento, chamada "*situation awareness*" (Garland Endsley, 2000; Tremblay & Banbury, 2004). Não há hipérbole em classificá-lo como um trabalho clássico na psicologia cognitiva.

Mas o paper estava correto? O documento tinha duas partes.

Na primeira parte, os experimentos lidaram com a capacidade de *recall*, enquanto a segunda parte estudou o conteúdo, tamanho e número de *chunks* de xadrez. Nesta tese, alegamos que a segunda parte de Chase e Simon (1973) é imperfeita e que os resultados apresentados aí não são válidos. Propomos aqui, portanto, um estudo capaz de melhor

determinar a natureza dos *chunks*. Este estudo é importante pois, assim como o trabalho de Chase e Simon, pode elucidar questões relativas à percepção de cenários e à consequente tomada de decisões. O estudo concentra-se no domínio do xadrez, mas isso não deve ser interpretado como uma implicação de que a tese será restrita a tal domínio. Como vimos na introdução, em diversos cenários, a *percepção de um problema molda as opções consideradas na tomada de decisão*. Ao compreender melhor os processos de percepção, compreenderemos melhor os processos decisórios.

Vejamos, então, cada uma das partes envolvidas em Chase e Simon (1973).

2.2 Chase e Simon (1973), parte (i): o experimento de *recall*

O estudo de Chase e Simon (1973) é dividido em duas partes. A primeira parte (p. 55-61) demonstra que, quando mestres do xadrez olham para uma posição por meros segundos, eles podem reproduzi-la com enorme precisão, colocando muitas peças em seus quadrados originais. Entretanto, novatos foram incapazes de reproduzir mais do que algumas peças. Esse estudo já havia sido realizado por De Groot (1956), mas Chase e Simon introduziram uma variante que levou a uma descoberta conclusiva: apesar de sua incrível capacidade de reproduzir os tabuleiros, os mestres não possuíam melhor capacidade de memória do que os iniciantes.

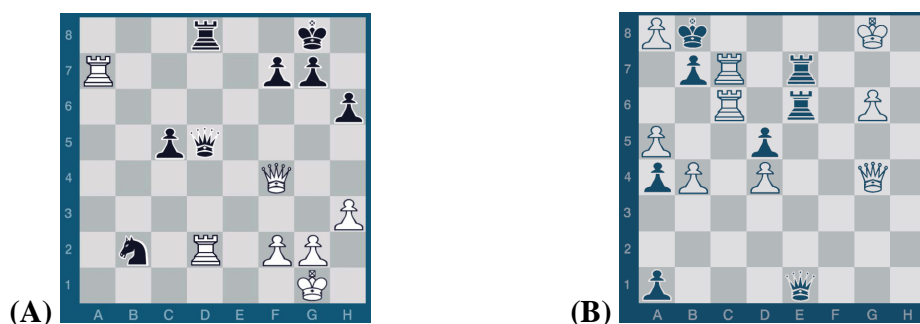


Figura 2.1. (a) Uma posição real de um jogo de xadrez e (b) uma posição aleatória. Participantes foram solicitados a observar posições por alguns segundos e então

reproduzi-las. A introdução de posições aleatórias levou a uma descoberta conclusiva: a teoria de chunks.

Chase e Simon demonstraram isso ao introduzir posições onde as peças do tabuleiro estariam em lugares aleatórios. Nessa condição do experimento, a vantagem do mestre em relação ao iniciante simplesmente desaparecia.

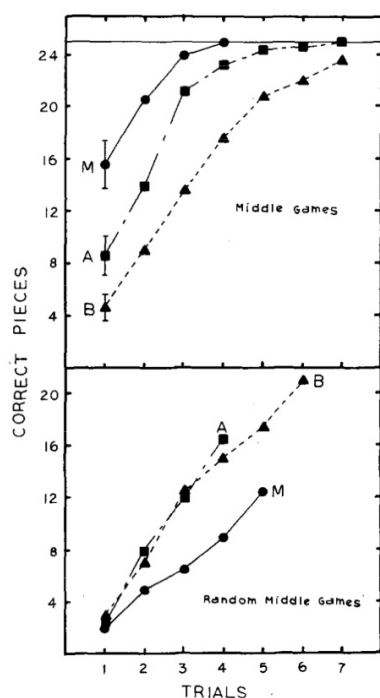


Figura 2.2. O resultado clássico de Chase e Simon: no quadrado acima, temos o número de peças reconstituídas pelo mestre (M), pelo jogador classe A (A), e pelo beginner (B), de acordo com o número de tentativas realizadas. Pode-se observar claramente o maior número de peças reconstruídas pelo mestre, seguido pelo jogador Classe A e, finalmente, pelo iniciante. Já no quadrado abaixo, as posições são aleatórias. Isso faz com que a vantagem de reconstrução do mestre desapareça. A teoria resultante dessa primeira parte do estudo, conhecida como *chunking theory*, é aceita desde então.

Mestres, portanto, não possuem melhor memória. Possuem memória mais bem treinada para situações com significado. Isso trouxe a *chunking theory*: a teoria de que mestres

armazenariam *chunks* (pedaços ou padrões perceptivos que podem ser usados como unidades) que representariam situações reais. A psicologia cognitiva percebe hoje a intuição como resultante de um processo de *reconhecimento: como a recuperação de um padrão*, de um grande número de padrões armazenados na memória de longo prazo – e acessados sem esforço consciente (Klein, 1998). Obviamente, o mundo possui regularidades, que são preservadas em nossa memória, enquanto padrões aleatórios não o são.

2.3 Chase e Simon (1973), parte (ii): o experimento de *recall*

A segunda parte do documento estudou a natureza dos *chunks*: qual é o conteúdo de um *chunk*? Qual é o tamanho de um *chunk* (quantas peças possui)? Quantos *chunks* mestres armazenam?

Como estudar essas questões se não se pode simplesmente perguntar para os jogadores sobre um conhecimento que é inconsciente? Chase e Simon realizaram duas tarefas: uma tarefa de percepção e uma tarefa de memória. As diferenças entre essas duas tarefas estão além do escopo de nosso trabalho; portanto, vamos apenas sumarizar a lógica por trás das tarefas.

Considere a tarefa de percepção, em que os sujeitos podiam observar a posição enquanto colocavam peças. O ponto principal era medir os tempos utilizados em cada tarefa. Quantos segundos os sujeitos utilizam colocando peças sem observar a posição? Quando os sujeitos se voltam para observar novamente a posição, quanto tempo levam?

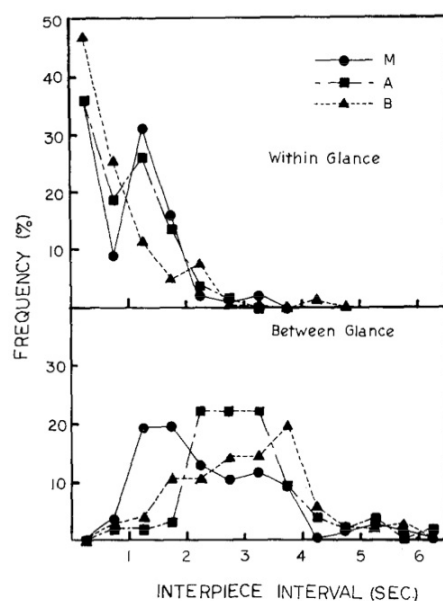


Figura 2.3. A distribuição dos tempos na tarefa de percepção. Note que não há um padrão claro; e que o mestre, o jogador classe A e o iniciante se alternam aleatoriamente entre as diferentes distribuições de frequência.

Chase e Simon estabeleceram que os *chunks* deveriam ser formados por conjuntos de peças colocadas abaixo do intervalo de dois segundos. Eles, então, avaliaram o conteúdo das peças colocadas nesses tempos sob os seguintes aspectos: (A) ataque, (D) defesa, (C) mesma cor, (S) mesmo tipo de peça e (P) proximidade⁵. Isso gerou a Tabela 1:

⁵ Note que a métrica de proximidade usada por Chase e Simon é questionável. Os autores consideram que duas peças A e B estão próximas quando estão em quadrados adjacentes. Entretanto, como o movimento de cada peça é distinto, essa medida não captura o fato de que, durante um jogo, uma peça A pode estar “próxima” de B, enquanto B está distante de A. Por exemplo, um cavalo requer três movimentos para mover-se para um quadrado adjacente; um rei requer apenas um movimento.

TABLE 1
Chess Relations: Within-Glance Latencies (RT) and Probabilities (p) for Each Subject (M,A,B), and Total Frequencies (N), Average Latencies (\overline{RT}), Standard Error of Average Latencies ($SE_{\overline{RT}}$), Observed Probabilities (P_o), *a Priori* Probabilities (P_e), and Deviation Scores (Z) for Combinations of the Five Chess Relations: Attack (A), Defense (D), Spatial Proximity (P), Same Color (C), and Same Piece (S)

Relations	M		A		B		All players					
	RT	p	RT	p	RT	p	N	\overline{RT}	$SE_{\overline{RT}}$	P_o	P_e	Z
—	4.63	.044	1.48	.035	—	0	8	3.05	1.321	.028	.320	-30.1
A	1.60	.011	1.90	.009	1.40	.013	3	1.63	.119	.010	.0201	-1.6
P	1.30	.011	1.80	.009	—	0	2	1.55	.177	.007	.0057	.3
C	1.53	.099	1.40	.060	1.75	.125	26	1.58	.173	.091	.255	-9.7
S	.80	.022	1.35	.017	.80	.013	5	1.02	.163	.017	.148	-16.9
AP	1.23	.044	1.85	.052	1.78	.063	15	1.65	.206	.052	.0077	3.4
AS	—	0	—	0	—	0	0	—	—	0	.0025	—
DC	1.53	.099	1.44	.103	1.38	.100	29	1.45	.104	.101	.0423	3.3
PC	1.17	.033	1.51	.060	.72	.063	15	1.18	.126	.052	.0159	2.8
PS	2.10	.022	.77	.026	.30	.013	6	1.13	.322	.021	.0075	1.6
CS	1.44	.077	1.08	.043	.58	.050	16	1.11	.190	.056	.0939	-2.8
APS	—	0	—	0	—	0	0	—	—	0	.0022	—
DPC	1.30	.132	1.19	.190	1.04	.113	43	1.19	.081	.150	.0469	4.9
DCS	1.50	.044	.50	.017	—	0	6	1.17	.385	.021	.0057	1.8
PCS	.41	.154	.46	.155	.41	.188	47	.43	.043	.164	.0105	7.0
DPCS	.53	.209	.41	.353	.48	.263	66	.47	.033	.230	.0162	8.6
	1.22		.99		.89			1.04				

Tabela 2.1. *Tabela 1 de Chase e Simon. Vide texto.*

A tabela 1 gerou a seguinte observação de Chase e Simon:

[Perception task, p.65] “The first thing to notice is that the data are quite similar for all subjects. The latencies show the same systematic trends, and, for the probabilities, the product moment correlation between subjects are quite high: Master vs. Class A=.93; Master vs. Class B=.95, and Class A vs. Class B =.92. The same is true for the between glance data [...] Thus, the same kinds and degrees of relatedness between successive pieces holds for subjects of very different skills.”

Ou seja, os dados obtidos, independentemente do sujeito, eram semelhantes. O mesmo ocorreria para a outra tarefa: a *memory task*:

[Memory task, p.70] “Again the pattern of latencies and probabilities look the same for all subjects, and the correlations are about the same as in the perception

of data: Master vs. Class A=.91, Master vs. Class B=.95, and Class A vs. Class B=.95”.

Chase e Simon estavam relatando, portanto, que esses dados eram idênticos para jogadores de diferentes níveis.

Por outro lado, eles estavam também argumentando que os dados representavam a natureza dos *chunks*, isto é, como os diferentes sujeitos armazenavam na memória o que haviam percebido.

Aqui se encontra uma grande oportunidade de pesquisa. Chase e Simon entram em contradição, ao dizer que:

- (i) mestres e iniciantes possuem diferentes estruturas em memória; mestres possuem *chunks*, e iniciantes não;
- (ii) agora, ao coletar os dados, Chase e Simon diziam que “the same kinds and degrees of relatedness between successive pieces holds for subjects of very different skills.” Ou seja, segundo esses dados, não mais haveria diferença entre os *chunks* de iniciantes e mestres – o que concerne aos diferentes tipos de relações entre peças.

Obviamente, é impossível que as duas proposições sejam verdadeiras. Ou há diferenças de memória ou não há.

Na parte 1 do experimento, fica claro que há: mestres reproduzem tabuleiros com enorme facilidade. Mas os dados coletados na parte 2 levam à conclusão oposta que iniciantes e mestres possuiriam os mesmos tipos de relações entre peças preservadas em sua memória⁶.

⁶ O que poderia explicar semelhantes peças entre diferentes jogadores? Como vimos anteriormente, os tempos utilizados eram próximos entre as classes de jogadores, e é possível que a estrutura natural do xadrez tenha prevalecido aqui, ao invés do *skill* dos sujeitos. Os jogadores poderiam estar apenas

2.4 Sumário

Nesta seção discutimos o experimento de Chase e Simon (1973) e argumentamos que sua segunda parte é inválida e se contradiz. Argumentamos que os dados de Chase e Simon não representam a estrutura dos *chunks*.

Procuramos apenas resumir aqui o argumento referente à segunda parte de Chase e Simon. O argumento completo está em Linhares e Freitas (2008, aceito para publicação).

No próximo capítulo, vamos detalhar como realizar um novo experimento que nos permita observar a estrutura dos *chunks*.

minimizando o esforço de movimentação, e, ao invés de capturar a diferença entre mestres e iniciantes, a tarefa capturou a semelhança entre ambos.

“The game of Chess is not merely an idle amusement; several very valuable qualities of the mind are to be acquired and strengthened by it, so as to become habits ready on all occasions.

For life is a kind of Chess with struggle, competition, good and ill events.

By playing at Chess then, we may learn: First: Foresight. Second: Circumspection. Third: Caution. And lastly, we learn by Chess the habit of not being discouraged by present bad appearances in the state of our affairs, the habit of hoping for a favorable chance, and that of persevering in the secrets of resources.”

Benjamin Franklin

3. EXPERIMENTO: MATERIAIS E MÉTODO

Neste capítulo vamos detalhar o experimento realizado. Os resultados numéricos, extraídos de métodos estatísticos tradicionais e métodos mais modernos de *machine learning* e *data mining*, serão apresentados.

3.1 Método

A ideia básica do método é estudar as diferenças de reproduções entre jogadores de diferentes níveis de *skill*. Chase e Simon (1973) e estudos subsequentes concentraram-se no sucesso de reproduções, por exemplo, plotando o número de peças corretas *versus* o *skill* do jogador em questão.

Neste estudo, nosso interesse é observar o que é aprendido pelos jogadores de alta habilidade. A diferença entre erros cometidos, assim como disse Niels Bohr, nos indica quais atributos os jogadores aprendem a registrar ao longo do tempo. À medida que os anos de esforço se acumulam, que tipo de informação é rapidamente registrada por jogadores de alta habilidade, mas é “perdida” por jogadores de menor habilidade? Quais as características das reproduções estrategicamente perfeitas quando comparadas às características de reproduções inferiores?

Suponha que se saiba que em diferentes reproduções há, em cada uma, diferentes tipos de erros. Quais erros seriam mais comuns para um iniciante e quais para um *expert*?

- (i) Um rei, a peça mais importante do jogo, não foi registrado e foi omitido na reconstrução;
- (ii) uma torre foi omitida;
- (iii) uma defesa (peça A protegendo uma peça B da mesma cor) foi omitida na reconstrução;
- (iv) uma rainha foi colocada num quadrado distinto do original.

Note que não é trivial, *a priori*, afirmar qual dessas informações, isoladamente, nos indica qual reprodução (e a consequente visão estratégica do sujeito) é superior. Nosso método permite que possamos perceber claramente a ordem de importância desses atributos – ou seja, como é estruturada a visão estratégica dos jogadores.

Alguns resultados são surpreendentes e claramente contraintuitivos. Por exemplo, no que se trata da classificação de reconstruções estrategicamente perfeitas, o número de peões omitidos em reconstruções é um classificador melhor do que a omissão de um rei, de uma torre ou de uma rainha.

3.2 Participantes

Seis jogadores com diferentes níveis de expertise participaram do estudo (o estudo de Chase & Simon (1973) lidou com apenas três). Há uma dificuldade de obter disponibilidade de jogadores do mais alto nível. Dois jogadores eram, seguindo as regras da FIDE (Federação Internacional de Xadrez) do nível de *International Grandmaster*- (os enxadristas Q e W), dois jogadores eram do nível de Master (os enxadristas E e R), e dois eram iniciantes –(os enxadristas T e Y). O jogador que participou das entrevistas em profundidade também era um *International Grandmaster*.

3.3 Materiais

Posições utilizadas. 10 posições foram selecionadas visando-se a uma rápida compreensão da situação estratégica. As posições utilizadas no experimento foram retiradas a partir do último movimento (prévio ao xeque-mate ou resignação do lado preto) dos seguintes jogos, todos com jogadores de ELO *rating* igual ou superior a 2200. Quatro posições adicionais *aleatórias* foram criadas, para permitir a reprodução dos resultados de Chase e Simon e estudos subsequentes (Gobet e Simon, 2000). Em todos os jogos o lado branco venceu.

Tabela 3.1. As posições utilizadas foram as últimas posições extraídas dos seguintes jogos.

White	ELO	Black	Elo	Venue	Date	Opening	ECO
Anand Viswanathan	2715	Jussupow Artur M	2665	Candidate match	01/94	Steinitz defence deferred	C75
Ivanchuk Vassily	2735	Jussupow Artur M	2625	Candidate match qf	08/91	Queen's gambit declined	D35
Jussupow Artur M	2610	Spraggett Kevin B	2575	Candidate match qf	01/89	Tarrasch defence	D34
Seirawan Yasser	2570	Tal Mikhail N	2565	Candidate tournament	10/85	Queen's gambit declined	D46
Gurieli Nino	2370	Kachiani-Gersinska Ketino	2415	Candidate tournament w	10/12/97	Panno variation	E63
Maric Alisa	2460	Peng Zhaoqin	2400	Candidate tournament w	21/12/97	King's Indian defence	E61
Gurieli Nino	2370	Cramling Pia	2520	Candidate tournament w	27/12/97	Exchange variation FR	C01
Wang Pin	2345	Gaprindashvili Nona T	2435	Candidate tournament w	10/92	Austrian attack	B09
Guedes Armando	2285	De Asis Dirceu Viana jr	2380	Capablanca M	20/05/97	Queen's gambit declined	D37
Harikrishna Pendyala	2200	Belmonte D	2200	World Junior Ch boys	21/11/98	Flohr-Mikenas variation	A19

As posições foram selecionadas para que uma breve análise pudesse render-lhe uma visão estratégica. Assim sendo, as posições são todas de final de jogo, quando há um xeque-

mate iminente, ou quando um dos jogadores (preto) desiste. Conforme mencionado anteriormente, em todos os casos, o vencedor do jogo é o lado branco.

Procedimento

Houve, para cada posição, duas tentativas subsequentes de reprodução. Cada jogador observou cada posição numa tela de computador durante meros cinco segundos, após os quais o jogador buscava reconstruir a posição num tabuleiro. Após a primeira tentativa, as peças foram retiradas do tabuleiro e o processo se repetiu após nova exibição de cinco segundos. As dez primeiras posições foram as posições finais relatadas acima, e as últimas quatro foram as aleatórias. Os resultados de Chase e Simon (1973) e de Gobet e Simon (2000) foram reproduzidos, inclusive a habilidade superior dos *experts* em reproduzir posições aleatórias.

Atributos extraídos das reconstruções

Omitted_Kings – Este atributo conta o número de reis omitidos.

Omitted_Queens – Este atributo conta o número de rainhas omitidas.

Omitted_Rooks – Este atributo conta o número de torres omitidas.

Omitted_Knights – Este atributo conta o número de cavalos omitidos.

Omitted_Dark_Bishop – Este atributo conta o número de bispos na casa preta omitidos.

Omitted_Light_Bishop – Este atributo conta o número de bispos na casa branca omitidos.

Omitted_Pawns – Este atributo conta o número de peões omitidos.

Misplaced_Kings – Este atributo conta o número de reis reposicionados.

Misplaced_Queens – Este atributo conta o número de rainhas reposicionadas.

Misplaced_Rooks – Este atributo conta o número de torres reposicionadas.

Misplaced_Knights – Este atributo conta o número de cavalos reposicionados.

Misplaced_Dark_Bishop – Este atributo conta o número de bispos na casa preta reposicionados.

Misplaced_Light_Bishop – Este atributo conta o número de bispos na casa branca reposicionados.

Misplaced_Pawns – Este atributo conta o número de peões reposicionados.

Lost_attacks – Este atributo conta o número de ataques perdidos, devido a peças omitidas, reposicionadas ou bloqueadas (na reconstrução).

Lost_defenses – Este atributo conta o número de defesas perdidas, devido a peças omitidas, reposicionadas ou bloqueadas (na reconstrução).

Misplaced_Attack – Este atributo conta o número de ataques “criados”, devido a peças omitidas, reposicionadas ou bloqueadas (na reconstrução).

Misplaced_Defenses – Este atributo conta o número de defesas “criadas”, devido a peças omitidas, reposicionadas ou bloqueadas (na reconstrução).

Different_Color – Este atributo conta o número de peças de diferente cor na reconstrução.

Different_Piece – Este atributo conta o número de peças de diferente tipo na reconstrução.

Number_of_moved_pieces – Este atributo conta o número de peças “movidas” na reconstrução.

Moved_piece_euclidean_distance – Este atributo conta o número de “movimentos” ocorridos por peças na reconstrução. Este número é dado pela de Manhattan (isto é, o número de casas entre a posição original e a reconstrução).

Moved_piece_total_topological_distance – Este atributo conta o número de “movimentos” ocorridos por peças na reconstrução. Este número é dado pela distância “topológica” (isto é, o número de casas entre a posição original e a reconstrução, dados os movimentos de cada tipo de peça. Note que o movimento de uma casa do rei requer três movimentos de um cavalo. Note também que alguns movimentos não são possíveis, como mover um peão para a casa ao lado – e nestes casos incluímos uma penalidade de seis movimentos).

Geometrical_structures_with_3_pieces – Este atributo conta o número de cadeias de peões e peças (com exatamente três peças no total) que não foram registradas na reconstrução.

Geometrical_structures_with_4_pieces – Este atributo conta o número de cadeias de peões e peças (com exatamente quatro peças no total) que não foram registradas na reconstrução.

Normalização de dados

Os atributos, para cada reconstrução, foram normalizados da seguinte forma: suponha que quatro peões tenham sido omitidos em uma reconstrução de uma posição P , mas que em todas as outras reconstruções o número seja inferior. Temos então, para um atributo A , que $Max_P(A)=4$. Para normalizar todos os atributos, em relação àquela reconstrução, temos:

$$N(R_P(A)) = \left(\frac{Max_P(A) - A_{R_P}}{Max_P(A)} \right), \text{ onde:}$$

- R_P é reconstrução R da posição P ;
- A_{R_P} é o número de erros do Atributo A na reconstrução R da posição P ;
- $N(R_P(A))$ é a normalização no intervalo $[0,1]$ da reconstrução R da posição P , com o valor 1 significando uma reconstrução perfeita, o valor zero significando que aquela se trata da pior reconstrução do atributo A na posição P , e valores intermediários indicando os erros, de forma relativa, entre uma reconstrução perfeita e a pior reconstrução de cada atributo em cada posição (note que para cada posição houve sempre reconstruções perfeitas);
- $Max_P(A)$ é o valor máximo do atributo A nas reconstruções da posição P .

3.3 Análise Numérica de Dados

Nesta parte vamos detalhar os resultados numéricos extraídos de métodos estatísticos tradicionais e métodos mais modernos de *machine learning* e *data mining*. Algumas das observações feitas no corpo principal da tese referem-se a esses resultados; entretanto, optamos por mantê-los em separado de forma a maximizar o fluxo de leitura do manuscrito. Os métodos utilizados para análise dos dados são descritos abaixo.

Resultados

Queremos responder a duas questões: (i) Quais os atributos mais importantes envolvidos na percepção das reproduções estrategicamente perfeitas, em relação aos atributos referentes às reproduções muito ruins e às reproduções intermediárias? A segunda questão é: (ii) Quais atributos, ou combinações de atributos, melhor “preveem” ou “explicam” uma determinada classificação?

Separamos as classificações em três grupos distintos:

- (i) reproduções estrategicamente perfeitas – ou seja, reproduções em que o cenário estratégico não é alterado de forma alguma (note que pode haver erros, desde que eles não afetem a situação estratégica);
- (ii) reproduções intermediárias, em que muita informação foi preservada, mas a essência estratégica da situação foi perdida;
- (iii) reproduções de baixa qualidade, realizadas por jogadores iniciantes em sua larga maioria, em que não apenas a situação estratégica é perdida, mas também outras peças, relações e configurações são perdidas.

Temos três classes de reconstrução: Classe 0, em que a reconstrução é de baixa qualidade e a informação estratégica é perdida; Classe 1, em que a reconstrução é intermediária – preservando-se parte do cenário estratégico; e Classe 2, em que a reconstrução – embora não necessariamente perfeita – preserva intocado o cenário estratégico.

Realizamos, portanto, três cenários de experimentos: o primeiro lida com as classes (0), (1), e (2) simultaneamente. O segundo separa as reproduções estrategicamente perfeitas, comparando a classe (2) com as classes (0) e (1) em conjunto. O último separa as reproduções de baixa qualidade, comparando a classe (0) com as classes (1) e (2) em conjunto.

Podemos iniciar com as três classes examinadas simultaneamente.

Experimento numérico A. Testando as três classes de reproduções separadamente

A1. Quais os atributos mais importantes envolvidos na percepção das reproduções estrategicamente perfeitas, em relação aos atributos referentes às reproduções muito ruins e às reproduções intermediárias?

Avaliação de atributos

Melhores resultados para a avaliação de atributos foram obtidos com os testes qui-quadrado e “*information gain*”. Ambos os testes medem quão bem um determinado atributo consegue diferenciar duas ou mais classes de exemplos. No primeiro cenário testado, temos três classes de exemplos. O teste qui-quadrado inicialmente estima a distribuição dos valores do atributo pra cada uma das classes, e em seguida calcula o grau de independência entre os valores do atributo e as classes dos exemplos. Já o “*information gain*” utiliza o conceito de entropia de classe. Dadas duas ou mais classes de exemplos, o método busca separar os exemplos utilizando “*thresholds*”, ou valores-limite, que minimizam a aleatoriedade das classes dentro de cada subdivisão. Cada um dos métodos gera um valor indicativo do grau de sucesso daquele atributo em separar os exemplos de cada classe. Quando esse grau de sucesso é igual a zero, isso indica que aquele atributo separa as classes com a mesma confiança de uma escolha puramente ao azar. Para maiores informações e detalhes de implementação dos dois métodos,

direcionamos o leitor às referências Witten e Frank (2005), Kvam e Vidakovic (1998) e Hall e Holmes (2003).

Na tabela 3.1 apresentamos os resultados para a seleção de atributos utilizando os dois métodos. Ambos apresentam os mesmos vinte atributos como relevantes para a diferenciação das três classes, mas em ordem de importância ligeiramente distinta. Os atributos irrelevantes foram Misplaced_Dark_Bishop, Misplaced_Queens, Omitted_Dark_Bishop, Misplaced_Knights e Omitted_Light_Bishop.

Tabela 3.1. *Resultados de atributos pela ordem, por teste*

Chi-squared			Information gain		
72.7274	15	Lost_attacks	0.944	15	Lost_attacks
37.9209	23	Moved_piece_total_topological_distance	0.515	23	Moved_piece_total_topological_distance
34.8416	16	Lost_defenses	0.504	16	Lost_defenses
34.3789	21	Number_of_moved_pieces	0.496	7	Omitted_Pawns
34.3789	22	Moved_piece_euclidean_distance	0.455	22	Moved_piece_euclidean_distance
32.839	7	Omitted_Pawns	0.455	21	Number_of_moved_pieces
24.4518	19	Different_Color	0.342	24	Geometrical_structures_with_3_pieces
24.082	18	Misplaced_Defenses	0.341	18	Misplaced_Defenses
22.6851	24	Geometrical_structures_with_3_pieces	0.311	3	Omitted_Rooks
20.3975	14	Misplaced_Pawns	0.31	19	Different_Color
19.8291	3	Omitted_Rooks	0.285	20	Different_Piece
17.7788	8	Misplaced_Kings	0.283	8	Misplaced_Kings
17.3031	20	Different_Piece	0.267	14	Misplaced_Pawns
14.1665	17	Misplaced_Attack	0.201	25	Geometrical_structures_with_4_pieces
13.5811	10	Misplaced_Rooks	0.186	17	Misplaced_Attack
12.8093	25	Geometrical_structures_with_4_pieces	0.182	10	Misplaced_Rooks
11.0287	2	Omitted_Queens	0.177	2	Omitted_Queens
10.7246	1	Omitted_Kings	0.152	1	Omitted_Kings
7.9567	13	Misplaced_Light_Bishop	0.116	13	Misplaced_Light_Bishop
6.7869	4	Omitted_Knights	0.111	4	Omitted_Knights
0	12	Misplaced_Dark_Bishop	0	12	Misplaced_Dark_Bishop
0	9	Misplaced_Queens	0	9	Misplaced_Queens
0	5	Omitted_Dark_Bishop	0	5	Omitted_Dark_Bishop
0	11	Misplaced_Knights	0	11	Misplaced_Knights
0	6	Omitted_Light_Bishop	0	6	Omitted_Light_Bishop

Discussão. Note que tanto o método *Chi-squared* quanto o método de *information gain* obtêm resultados extremamente semelhantes. Usando-se o *Switch Graph*, Linhares e Yanasse (2009), uma medida de distância entre permutações, podemos observar que há apenas três ciclos: (21,7), (19, 24, 3, 20, 14), e (17, 25, 10). Isso significa que, ao trocarmos dois elementos de posição, apenas sete trocas transformam uma permutação na outra. Como o máximo possível nesse caso seriam 24 trocas (em 25 atributos), temos um *overlap* de $(24-7)/24=0.708$. (Note que esse valor não significa que a probabilidade de essas duas permutações ocorrerem em conjunto é 0.708. Pelo contrário, a probabilidade é

muito menor. Um problema interessante aqui, que deixamos em aberto para pesquisas futuras, é medir a distribuição de probabilidades, e a distribuição cumulativa, do espaço de permutações sob distâncias medidas via *switches*. Isso nos permitiria avaliar melhor a semelhança entre diferentes métodos de avaliação de atributos em *data mining*.)⁷

Há um *continuum* entre as reconstruções “perfeitas”, intermediárias e muito fracas. Na avaliação dos atributos mais importantes para quebrar essas classes, vemos tanto atributos superficiais quanto atributos abstratos. Por abstratos queremos dizer que são consequentes de determinadas combinações de peças e independentes do conjunto particular de peças no tabuleiro. Por exemplo, uma peça reconstruída erroneamente pode levar à perda de vários ataques (ao bloqueá-los). Caso a peça tenha outra cor, vários ataques serão criados (dado que há um conjunto de peças que possui uma trajetória de ataque que seria bloqueada). Contraste, por exemplo, os seis atributos mais importantes com os seis considerados menos importantes (*Chi-squared method*):

Tabela 3.2: Atributos mais e menos importantes entre as três classes distintas.

Atributos mais importantes	Atributos menos importantes
Lost_attacks	Omitted_Knights
Moved_piece_total_topological_distance	Misplaced_Dark_Bishop
Lost_defenses	Misplaced_Queens
Number_of_moved_pieces	Omitted_Dark_Bishop
Moved_piece_euclidean_distance	Misplaced_Knights
Omitted_Pawns	Omitted_Light_Bishop

Os atributos mais importantes são, com exceção de Omitted_Pawns, todos abstratos. Em contraste, os atributos menos importantes são todos ligados a um tipo particular de peça – erros de omissão ou de posicionamento de um determinado tipo de peça. A teoria vigente, em modelos como CHREST, CHUMP e EPAM, prevê que tais erros seriam pouco relevantes, já que considera que a estrutura-chave das representações é dada por *piece-on-square matchings* (por exemplo, um cavalo negro na casa A3).

⁷ Vamos aqui detalhar melhor o que seria necessário. A probabilidade de uma permutação de N itens aleatória é, obviamente, $1/N!$. O que seria interessante seria medir a distância de uma permutação aleatória para a permutação identidade, em termos de número de *switches* necessários. De posse da função de densidade de probabilidade, seria fácil o cálculo do quão provável uma combinação de duas permutações é. Para isso seria necessário o estudo de *composições de permutações* e *grupos simétricos*, o que está obviamente fora do escopo deste estudo – vide, por exemplo, Anderson e Feil (2005).

Ainda sobre esses resultados, apresentamos uma figura mostrando os valores dos vinte atributos para os sessenta exemplos que constam da base de dados. A figura foi gerada com o software de clusterização e visualização *BioMiner* (Moscato *et al.*, 2003), previamente usado em estudos genéticos. A figura é um “*heatmap*” em que os atributos estão representados nas linhas, e os exemplos, nas colunas. O código de cores é verde = 0; vermelho = 1; preto = 0,5. A classe a que cada exemplo pertence está indicada na linha abaixo do *heatmap*: verde = reproduções de baixa qualidade; azul = reproduções intermediárias; vermelho = reproduções estrategicamente perfeitas. Nota-se que reproduções estrategicamente perfeitas estão associadas mais aos jogadores categorizados como mestres.

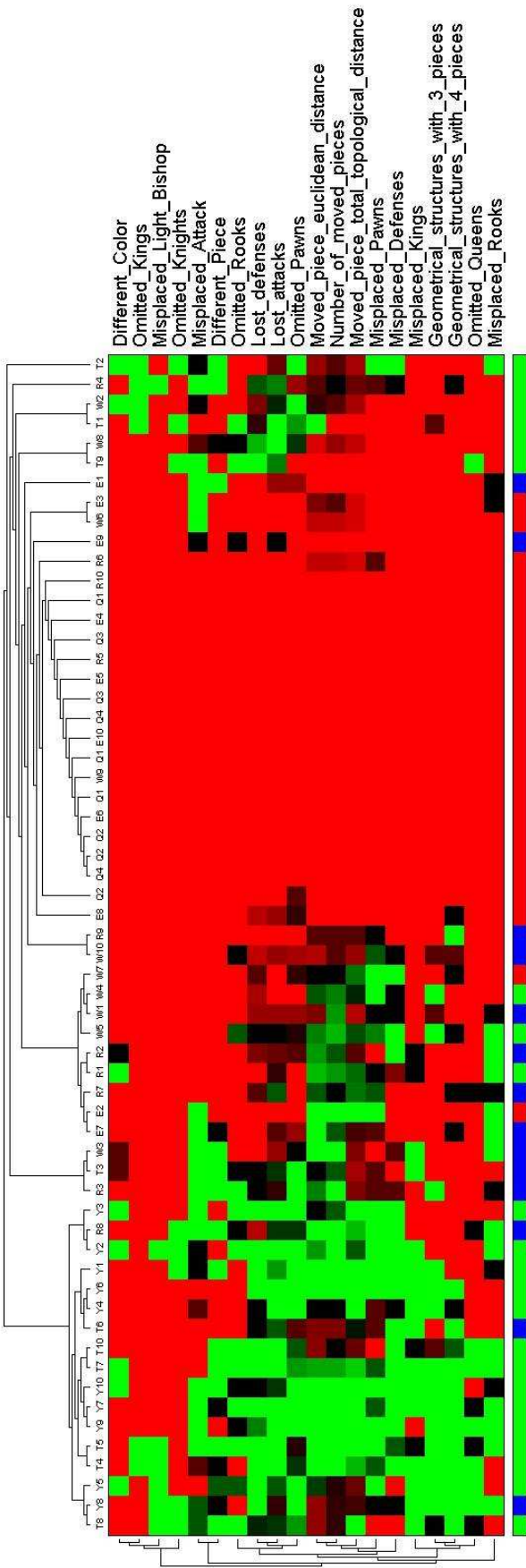


Figura 3.1. Heatmap com clusters entre diferentes atributos versus reproduções. Vermelho indica que nenhum erro daquele tipo foi realizado na reconstrução, verde indica que os maiores erros daquele tipo foram realizados na reconstrução, preto significa que o valor de erros é intermediário (vide texto).

Classificação

Para cada experimento, vamos testar os seguintes classificadores: J48, Classificação via regressão, e *Naïve Bayes*. Vamos detalhar brevemente a filosofia desses métodos abaixo.

J48 Decision tree classifier

O modelo que melhor nos permite visualizar as classificações é justamente o de “árvores de decisão”. Árvores de decisão utilizam um grafo com forma de árvore, i.e., sem a presença de ciclos, para designar exemplos a classes específicas. Nessa estrutura, cada folha da árvore possui um “*label*”, ou definição do tipo da classe, e os ramos representam os atributos que levam às classificações.

Existem diversos algoritmos para gerar modelos de árvores de decisão. Entre os mais tradicionais devemos citar o ID3 (Iterative Dichotomiser 3) (Quinlan, 1986); o C4.5 (Quinlan, 1993), que é uma extensão do ID3 que trabalha com o conceito de “entropia de classe” mencionado anteriormente, além de permitir valores faltantes e variáveis discretas; e finalmente o J48 (Witten e Frank, 2005), que por sua vez é uma extensão do C4.5 com parâmetros para ajuste que permitem determinar por exemplo o tamanho da árvore, eliminação de ramos que não influenciam na precisão da classificação, número mínimo de elementos classificados em cada folha da árvore, entre outras características.

Nesta seção apresentamos resultados com o algoritmo J48, que está presente no pacote de mineração de dados Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA), um software de domínio público e *open-source* para análise de dados, criado originalmente por um grupo de pesquisadores da Universidade de Waikato, Nova Zelândia. Tendo sua

primeira versão distribuída em 1997, o WEKA se tornou uma referência em termos de ferramenta para *data mining*, tendo sido citado em mais de 8.000 publicações científicas e recebendo contribuições de pesquisadores de outras instituições em termos de novos algoritmos e ferramentas para análise (Witten e Frank, 2005).

Como mencionado anteriormente, o J48 gera uma árvore de decisão que pode ser utilizada para classificar novos elementos. O método pelo qual o J48 cria essa árvore segue um algoritmo muito simples:

a) Determinação do nó-raiz: Entre todos os atributos disponíveis, o nó-raiz é aquele que discrimina melhor os exemplos presentes no conjunto de dados (no caso, o que gera o maior ganho de informação, ou “*information gain*”). Isso gera uma divisão inicial em dois ramos. O valor usado como limite para divisão ramo esquerdo/direito é um subproduto do algoritmo do *information gain*.

b) Determinação dos nós-internos: Para cada nova divisão criada, o método verifica se os exemplos que seguem por um determinado ramo pertencem a duas ou mais classes. Nesse caso, o algoritmo busca o próximo atributo que gera o maior aumento do “*information gain*” para aquele ramo e repete o processo.

c) Determinação dos nós-folha: O método verifica se os exemplos que seguem por um determinado ramo pertencem todos à mesma classe. Nesse caso o ramo termina em um nó-folha, cujo valor anotado é o mesmo da classe dos exemplos.

d) O processo segue até que todos os ramos terminem em nós-folha, ou caso não haja mais atributos disponíveis.

Existem pequenos detalhes na implementação para levar em conta o número mínimo de exemplos classificados em cada nó-folha, redução do efeito de *over-fitting*, entre outros, mas não convém entrar em detalhes sobre eles. Caso o leitor se interesse, pode verificar a referência Witten e Frank (2005).

Classification via linear regression

O método de *classification via linear regression* mistura árvores de decisão com modelos de regressão linear. Para cada classe (no nosso caso, para cada tipo de reconstrução), o modelo gera uma árvore de decisão. Os *branchpoints* da árvore são baseados nos valores de atributos, e as folhas da árvore levam a um modelo linear. Dessa forma, não há apenas um hiperplano separando as classes, mas o hiperplano será decidido pela sequência de decisões embutida na árvore criada.

Naïve Bayes classifiers

O método de Naïve Bayes tem-se mostrado enormemente poderoso em inúmeras aplicações de *machine learning*. O método utiliza o teorema do Reverendo Bayes. Considere que haja uma hipótese H e evidência E que suporte a hipótese. Temos que:

$$P[H | E] = \frac{P[E | H]P[H]}{P[E]}$$

Onde $P[H|E]$ obviamente significa a probabilidade da hipótese H dada a evidência E . Isto é, realizando o *update* de probabilidades posteriores dado um evento *a priori* (*prior probability*). Para evitar divisão por zero, é utilizado o estimador de Laplace. O método nos permite que tenhamos uma estimativa das probabilidades de cada atributo, dada uma classe de reconstruções (vide Witten e Frank, 2005 e John e Langley, 1995 para mais informações).

Dados os métodos utilizados, podemos estudar os resultados obtidos.

A2. *Quais atributos, ou combinações de atributos, melhor “preveem” ou “explicam” uma determinada classificação?*

Não há um único atributo que diferencie perfeitamente as três classes (o melhor valor para o *information gain* é do atributo *Lost_attacks*, com 0.944, sendo que o máximo é 1.0). Dessa forma, optamos por comparar diferentes classificadores, para obter informações mais robustas e que utilizem conjuntos de atributos.

Os resultados sumarizados dos classificadores estão dados na Tabela 3.2. Um ponto importante é que cada classificador foi gerado utilizando-se *cross-validação* 10-fold, ou seja, os sessenta exemplos (reconstruções) foram divididos em dez conjuntos disjuntos de seis elementos cada. Em seguida, criou-se um classificador tomando 54 exemplos como treinamento e seis como teste. O processo é então repetido dez vezes, cada vez utilizando um conjunto diferente como teste. No final, os dez classificadores gerados foram combinados criando-se um classificador médio. Esse classificador médio é o que está presente nas figuras e tabelas a seguir e todas as estatísticas são também referentes a esse classificador.

Tabela 3.2. Resultados sumarizados dos classificadores

	Naïve Bayes		Classification via regression		J48	
Correctly Classified Instances	49	81.67%	50	83.33%	52	86.67%
Incorrectly Classified Instances	11	18.33%	10	16.67%	8	13.33%
Kappa statistic	0.7197		0.7433		0.7946	
Mean absolute error	0.1246		0.1912		0.1044	
Root mean squared error	0.3345		0.2923		0.2881	
Relative absolute error	28.56%		43.83%		23.93%	
Root relative squared error	71.54%		62.52%		61.62%	

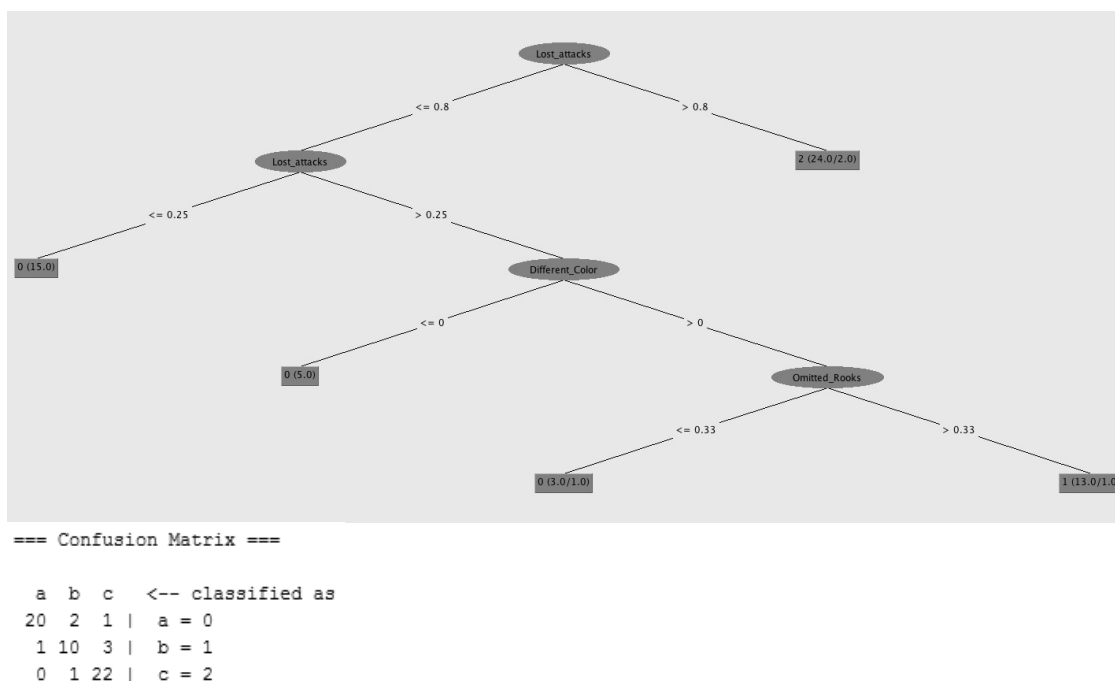
Como podemos ver, o método J48 foi superior aos métodos de Naïve Bayes e de Classificação por regressão. J48 classifica corretamente 86,67% de instâncias (com *10-fold cross validation*, o que faz o resultado robusto). J48 também apresenta (i) o menor erro absoluto, (ii) o menor erro relativo, e (iii) a maior *Kappa statistic*, indicando uma performance significativamente superior do classificador para esses dados. Na tabela 3.3, incluímos estatísticas adicionais sobre os resultados obtidos — novamente sugerimos (Witten e Frank, 2005) para o leitor interessado em mais detalhes.

Tabela 3.3. *Precisão por teste (Accuracy by test).*

Naïve Bayes								
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.87	0.108		0.833	0.87	0.851	0.939	0
	0.643	0.13		0.6	0.643	0.621	0.849	1
	0.87	0.027		0.952	0.87	0.909	0.974	2
	0.817	0.082		0.825	0.817	0.82	0.932	
	Classification via regression							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.826	0.054		0.905	0.826	0.864	0.938	0
	0.643	0.087		0.692	0.643	0.667	0.891	1
	0.957	0.108		0.846	0.957	0.898	0.978	2
	0.833	0.082		0.833	0.833	0.831	0.942	
	J48							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.87	0.027		0.952	0.87	0.909	0.953	0
	0.714	0.065		0.769	0.714	0.741	0.825	1
	0.957	0.108		0.846	0.957	0.898	0.91	2
	0.867	0.067		0.869	0.867	0.866	0.906	

Para o experimento numérico A, com três classes presentes, o resultado do J48 foi a árvore mostrada na Figura 3.2.

Figura 3.2. *Árvore de decisão classificando reconstruções estrategicamente perfeitas versus reconstruções intermediárias versus reconstruções muito ruins.*



A Figura 3.2 mostra a árvore de decisão resultante com nove nós no total e cinco nós-folha. Em cada nó interno temos o atributo e os valores que levam a classificação para cada um dos ramos. Nos nós-folha temos um valor pertencente ao conjunto $\{0,1,2\}$, que é a classificação naquele nó; e dois valores entre parênteses. O primeiro número indica a quantidade total de exemplos que são direcionados para aquele nó. O segundo número indica a quantidade de exemplos classificados de maneira errônea.

O teste feito com os sessenta exemplos resultou em uma precisão de 86,67%, com 52 exemplos classificados corretamente e oito incorretamente. Na Figura 3.2 também mostramos a matriz de erros, que indica quantos exemplos foram classificados corretamente, incorretamente, e como essa classificação incorreta se deu. A forma de se ler é a seguinte. Dos sessenta exemplos, 23 eram da classe **a** (0 = reproduções de baixa qualidade); vinte foram classificados corretamente; dois classificados como classe **b** (1 = reproduções intermediárias); e um foi classificado como classe **c** (2 = reproduções estrategicamente perfeitas). Passando para a classe **b**, temos quatorze exemplos, dez dos quais foram classificados corretamente. A classe **c**, por sua vez, possui 23 exemplos, e 22 foram classificados corretamente.

O que significam esses dados, no contexto da expertise do xadrez? Primeiramente, a habilidade de visualizar ataques (e preservá-los em reconstruções) se trata da característica mais importante, dentre todas as testadas, dos jogadores de alto *skill*. Note que $\text{Lost_attacks} > 0.8$ leva à classificação como perfeita (24 classificações, com duas errôneas, olhando-se apenas essa característica). Note, adicionalmente, que no segundo nó, Lost_attacks novamente é utilizado. Um valor menor ou igual a 0.25 leva imediatamente a uma classificação como reconstrução péssima (com todas as 15 corretas).

Com 22 (de 23) classificações como “reconstruções perfeitas” corretas, e quinze (de 23) como “reconstruções péssimas” corretas, resta apenas separar as classificações “intermediárias” das oito “péssimas” restantes. Assim sendo, características superficiais surgem, como Different_color e Omitted_rooks . Different_color e Omitted_rooks obtêm resultados esperados: mais erros levam a classificação como reconstruções inferiores.

Experimento numérico B. Comparando as reproduções perfeitas com as outras classes

B1. Quais os atributos mais importantes envolvidos na percepção das reproduções estrategicamente perfeitas, em relação à classe formada pelo conjunto de reproduções muito ruins e reproduções intermediárias?

Avaliação de atributos

Novamente, apresentamos aqui os resultados obtidos com os testes qui-quadrado e “*information gain*”.

Tabela 3.4. Resultados de atributos pela ordem, por teste

Chi-squared		Information gain	
48.1316	15 Lost_attacks	0.685	15 Lost_attacks
37.809	23 Moved_piece_total_topological_distance	0.5117	23 Moved_piece_total_topological_distance
34.2656	21 Number_of_moved_pieces	0.4521	21 Number_of_moved_pieces
34.2656	22 Moved_piece_euclidean_distance	0.4521	22 Moved_piece_euclidean_distance
28.8961	16 Lost_defenses	0.4067	16 Lost_defenses
24.8649	7 Omitted_Pawns	0.3942	7 Omitted_Pawns
23.0852	18 Misplaced_Defenses	0.3277	18 Misplaced_Defenses
20.376	14 Misplaced_Pawns	0.2844	24 Geometrical_structures_with_3_pieces
17.2841	3 Omitted_Rooks	0.2844	20 Different_Piece
17.2841	20 Different_Piece	0.2844	3 Omitted_Rooks
17.2841	24 Geometrical_structures_with_3_pieces	0.2667	14 Misplaced_Pawns
15.9846	8 Misplaced_Kings	0.2649	8 Misplaced_Kings
13.9355	17 Misplaced_Attack	0.1829	17 Misplaced_Attack
12.5658	10 Misplaced_Rooks	0.1773	25 Geometrical_structures_with_4_pieces
10.3163	25 Geometrical_structures_with_4_pieces	0.171	10 Misplaced_Rooks
9.3243	2 Omitted_Queens	0.1614	2 Omitted_Queens
8.3729	19 Different_Color	0.1459	19 Different_Color
5.738	4 Omitted_Knights	0.102	4 Omitted_Knights
4.9261	13 Misplaced_Light_Bishop	0.0882	13 Misplaced_Light_Bishop
4.1441	5 Omitted_Dark_Bishop	0.0747	5 Omitted_Dark_Bishop
4.1441	1 Omitted_Kings	0.0747	1 Omitted_Kings
3.3907	6 Omitted_Light_Bishop	0.0615	6 Omitted_Light_Bishop
2.6641	12 Misplaced_Dark_Bishop	0.0486	12 Misplaced_Dark_Bishop
0	9 Misplaced_Queens	0	9 Misplaced_Queens
0	11 Misplaced_Knights	0	11 Misplaced_Knights

Discussão. Note que tanto o método *Chi-squared* quanto o método de *information gain* obtêm resultados extremamente semelhantes. Usando-se o *Switch Graph* de Linhares e Yanasse (2009), uma medida de distância entre permutações, podemos observar que há apenas três ciclos, ainda menores: (14, 24), (3, 20), (10, 25). Isso significa que, ao trocarmos dois elementos de posição, apenas três trocas transformam uma permutação na outra. Como o máximo possível nesse caso seriam 24 trocas (em 25 atributos), temos um *overlap* de $(24-3)/24=0,875$. (Observe novamente as notas referentes à impossibilidade de interpretação desse valor como uma probabilidade). Isso demonstra que os resultados são robustos para ambos os métodos.

Temos que os principais atributos, em ambos os métodos, são:

```

Lost_attacks
Moved_piece_total_topological_distance
Number_of_moved_pieces
Moved_piece_euclidean_distance
Lost_defenses
Omitted_Pawns
Misplaced_Defenses

```

Note que esses atributos, com exceção de Omitted_pawns, são atributos abstratos. Esses atributos tratam mais de relações do que propriamente da informação superficial disposta em uma posição.

Classificação

B2. *Quais atributos, ou combinações de atributos, melhor “preveem” ou “explicam” uma determinada classificação?*

Não há um único atributo que diferencie perfeitamente as duas classes (o melhor valor para o *information gain* é do atributo Lost_attacks, com 0.685, sendo que o máximo é 1.0). Dessa forma, optamos por comparar diferentes classificadores, para obter informações mais robustas e que utilizem conjuntos de atributos.

Desejamos testar os mesmos classificadores neste novo caso:

- J48 Decision tree classifier;
- Classification through linear regression;
- Naïve Bayes classifiers.

Aqui nossos resultados favorecem o método de Naïve Bayes:

Tabela 3.5. Resultados – Classificação.

	Naïve Bayes		Classification via regression		J48	
Correctly Classified Instances	55	91.66%	51	85%	53	88.33%
Incorrectly Classified Instances	5	8.33%	9	15%	7	11.66%
Kappa statistic	0.8193		0.6904		0.7512	
Mean absolute error	0.0557		0.1254		0.0805	
Root mean squared error	0.2353		0.2464		0.2525	
Relative absolute error	17.23%		38.83%		24.93%	
Root relative squared error	59.08%		61.85%		63.40%	

Não apenas o método obteve acima de 91% de classificações corretas (sobre *10-fold cross validation*), mas também a *Kappa statistic* é a maior de todas, o erro absoluto é o menor de todos, e o erro relativo é o menor de todos. Para efeito de completude, incluímos todos os dados referentes a *accuracy* na tabela 3.6.

Tabela 3.6. *Resultados – Accuracy.*

Naïve Bayes							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area
Weighted Avg.	0.973	0.174		0.9	0.973	0.935	0.942
	0.826	0.027		0.95	0.826	0.884	0.969
	0.917	0.118		0.919	0.917	0.915	0.953
Classification via regression							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area
Weighted Avg.	0.838	0.13		0.912	0.838	0.873	0.962
	0.87	0.162		0.769	0.87	0.816	0.962
	0.85	0.143		0.857	0.85	0.851	0.962
J48							
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area
Weighted Avg.	0.919	0.174		0.895	0.919	0.907	0.896
	0.826	0.081		0.864	0.826	0.844	0.896
	0.883	0.138		0.883	0.883	0.883	0.896

É mais difícil visualizar os resultados do método de *Naïve Bayes*. Não há uma simples árvore de decisão. O que temos, para cada classe, para cada atributo, são valores de distribuições de probabilidades como média e desvio-padrão, uma “*weighted sum*” do atributo/classe, e um nível de precisão (quanto menor este último, mais importante o atributo é no resultado do *Naïve Bayes*).

Separamos, portanto, os seis atributos com menor valor de precisão (e os únicos com $\text{precision} \leq 0.1$):

- Moved_piece_total_topological_distance (precision=0.0476);
- Moved_piece_euclidean_distance (precision=0.0588);
- Number_of_moved_pieces (precision=0.0769);
- Lost_defenses (precision=0.0769);
- Lost_attacks (precision=0.0909);
- Omitted_pawns (precision=0.1).

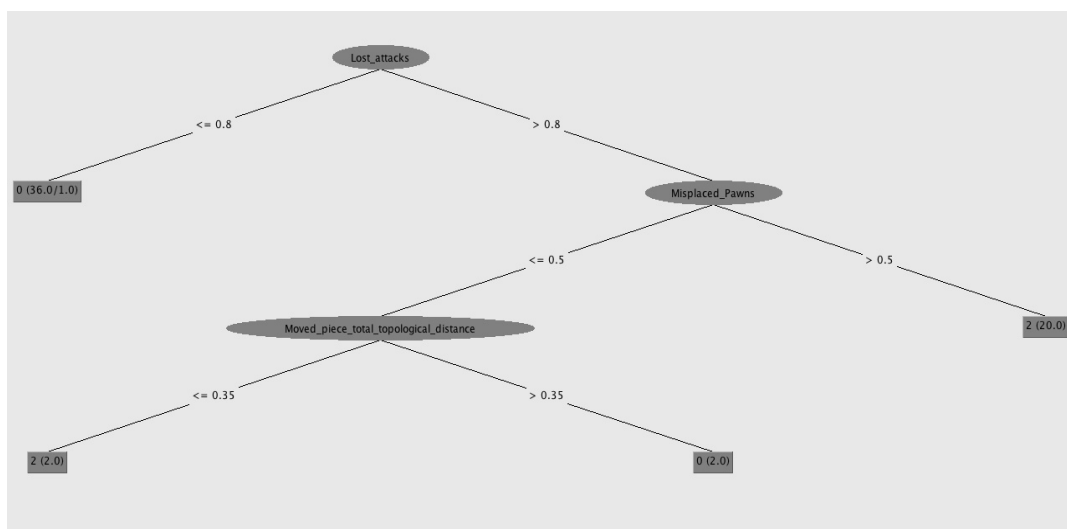
Esses são os atributos em que as funções de probabilidade mais se diferem entre as classes 0+1 (reconstruções péssimas e intermediárias) e a classe 2 (reconstruções estrategicamente perfeitas). (Uma rodada de Naïve Bayes apenas com esses atributos já é capaz de classificar corretamente mais do que 86% das reconstruções.) Aqui temos informações valiosas sobre a aquisição de experiências dos jogadores:

Tabela 3.7. *Resultados – método Naïve Bayes.*

	0+1 mean	0+1 stdev	2 mean	2 stdev
Moved_piece_total_topological_distance	0.4788	0.3603	0.913	0.2435
Moved_piece_euclidean_distance	0.4022	0.3533	0.913	0.2274
Number_of_moved_pieces	0.3825	0.3358	0.9064	0.2313
Lost_defenses	0.4615	0.3877	0.9799	0.0689
Lost_attacks	0.3808	0.3246	0.9921	0.0371
Omitted_Pawns	0.4108	0.3889	0.9522	0.1247

Desses dados torna-se óbvio que há uma disparidade imensa – nesses atributos – entre reconstruções perfeitas e reconstruções imperfeitas. Note a disparidade entre as médias – no caso de reconstruções perfeitas a menor média é 0.9064 (*versus* 0.3825)! Note a disparidade entre os desvios-padrão, algumas vezes ordens de magnitude superiores para reconstruções não perfeitas. Essa tabela sumariza os fatores principais que são utilizados (e aprendidos ao longo de anos) pelos jogadores de alto *skill*. Note que “0+1 mean” e “0+1 Stdev” referem-se aos grupos 0 e 1 juntos. Cabe ressaltar que esses resultados contrastam com as atuais teorias de expertise como CHREST e EPAM, conforme mencionado no texto.

Figura 3.3. *Árvore de decisão classificando reconstruções estrategicamente perfeitas (classe “2”) versus todas as reconstruções (intermediárias e muito ruins – classe “0”).*



Por fim, vamos isolar as reconstruções péssimas (classe 0) e compará-las às reconstruções perfeitas e intermediárias.

Experimento numérico C. Comparando as reproduções de baixa qualidade com as outras classes

C1. Quais os atributos mais importantes envolvidos na percepção das reproduções de baixa qualidade, em relação à classe formada pelo conjunto de reproduções perfeitas e reproduções intermediárias?

Avaliação de atributos

Novamente temos os resultados com os testes qui-quadrado e “*information gain*”.

Tabela 3.8. *Resultados de atributos pela ordem, por teste*

Chi-squared			Information gain		
39.2587	15	Lost_attacks	0.5921	15	Lost_attacks
30.9296	16	Lost_defenses	0.4001	16	Lost_defenses
28.2139	7	Omitted_Pawns	0.3631	7	Omitted_Pawns
19.765	24	Geometrical_structures_with_3_pieces	0.2456	24	Geometrical_structures_with_3_pieces
19.402	23	Moved_piece_total_topological_distance	0.2387	23	Moved_piece_total_topological_distance
18.0494	3	Omitted_Rooks	0.2286	3	Omitted_Rooks
16.6816	22	Moved_piece_euclidean_distance	0.2264	22	Moved_piece_euclidean_distance
15.3903	18	Misplaced_Defenses	0.2092	19	Different_Color
15.2291	21	Number_of_moved_pieces	0.2069	21	Number_of_moved_pieces
14.8495	19	Different_Color	0.189	18	Misplaced_Defenses
14.6992	14	Misplaced_Pawns	0.1782	14	Misplaced_Pawns
12.4929	8	Misplaced_Kings	0.1516	1	Omitted_Kings
10.7246	1	Omitted_Kings	0.1503	8	Misplaced_Kings
10.4547	25	Geometrical_structures_with_4_pieces	0.1251	25	Geometrical_structures_with_4_pieces
8.5311	2	Omitted_Queens	0.1014	2	Omitted_Queens
7.5258	13	Misplaced_Light_Bishop	0.0917	13	Misplaced_Light_Bishop
0	4	Omitted_Knights	0	4	Omitted_Knights
0	5	Omitted_Dark_Bishop	0	5	Omitted_Dark_Bishop
0	17	Misplaced_Attack	0	17	Misplaced_Attack
0	20	Different_Piece	0	20	Different_Piece
0	9	Misplaced_Queens	0	9	Misplaced_Queens
0	10	Misplaced_Rooks	0	10	Misplaced_Rooks
0	6	Omitted_Light_Bishop	0	6	Omitted_Light_Bishop
0	11	Misplaced_Knights	0	11	Misplaced_Knights
0	12	Misplaced_Dark_Bishop	0	12	Misplaced_Dark_Bishop

Discussão. Note que tanto o método *Chi-squared* quanto o método de *information gain* obtêm resultados extremamente semelhantes. Usando-se o *Switch Graph*, podemos observar que há apenas dois ciclos: (18, 19), e (8,1). Isso significa que, ao trocarmos dois elementos de posição, apenas duas trocas transformam uma permutação na outra. Como o máximo possível nesse caso seriam 24 trocas (em 25 atributos), temos um *overlap* de $(24-2)/24=0.9166$.

Temos que os atributos principais obtidos por ambos os métodos são:

```

Lost_attacks
Lost_defenses
Omitted_Pawns
Geometrical_structures_with_3_pieces
Moved_piece_total_topological_distance
Omitted_Rooks
Moved_piece_euclidean_distance

```

Note que aqui já há uma série de atributos superficiais, menos abstratos, como *Omitted_pawns*, *Omitted_rooks* e *Geometrical_structures_with_3_pieces*. Isso indica

que, na identificação de atributos importantes para isolar reconstruções ruins, os atributos relacionados a estruturas superficiais tornam-se relevantes.

Classificação

C2. *Quais atributos, ou combinações de atributos, melhor “preveem” ou “explicam” uma determinada classificação?*

Não há um único atributo que diferencie perfeitamente as três classes (o melhor valor para o *information gain* é do atributo *Lost_attacks*, com 0.5921, sendo que o máximo é 1.0). Dessa forma, novamente optamos por comparar diferentes classificadores, para obter informações mais robustas e que utilizem conjuntos de atributos.

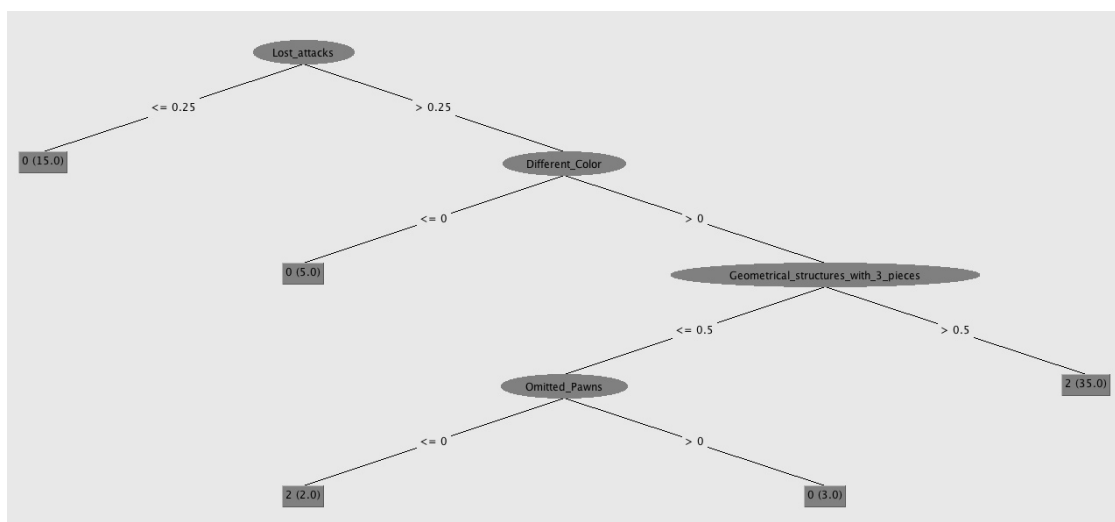
Desejamos testar os mesmos classificadores neste novo caso:

- J48 Decision tree classifier;
- Classification through linear regression;
- Naïve Bayes classifiers.

Tabela 3.9. Resultados – Classificação

	Naïve Bayes		Classification via regression		J48	
Correctly Classified Instances	51	85%	55	91.66%	56	93.33%
Incorrectly Classified Instances	9	15%	5	8.33%	4	6.66%
Kappa statistic	0.6953		0.8223		0.859	
Mean absolute error	0.0958		0.0991		0.0499	
Root mean squared error	0.3032		0.231		0.213	
Relative absolute error	29.67%		30.70%		15.44%	
Root relative squared error	76.13%		57.98%		53.47%	

Figura 3.4. *Árvore de decisão classificando reconstruções muito ruins versus as outras (estrategicamente perfeitas e intermediárias).*



O que esses resultados nos indicam? Primeiramente, note que quando há um grande número de *Lost_attacks* (acerto relativo a outras reconstruções da mesma posição é menor ou igual a 0.25), quinze reconstruções são classificadas como muito ruins. Para as 45 restantes, novos testes serão aplicados. O primeiro teste é relativo a *Different_color*, erros relativos a cores diferentes da mesma peça. Caso esse valor seja igual a zero (indicando que, de todas as reconstruções, aquela foi a que atingiu o erro máximo), então mais cinco reconstruções são classificadas como muito ruins. As quarenta reconstruções restantes são agora testadas em relação ao número de “estruturas geométricas” com três peças (i.e., cadeias de peão com três peças ou dois peões e uma peça). Caso a reconstrução de tais cadeias seja superior a 0.5, o valor médio relativo das reconstruções, o modelo classifica a reconstrução como bem-feita (neste caso, 35 reconstruções). Caso contrário, um último teste é realizado: quantos peões foram omitidos? Caso nenhum peão tenha sido omitido, o modelo classifica a reconstrução como muito ruim. Aqui temos o interessante efeito de *deslocamento do foco*, em que esse tipo de erro é realizado em reconstruções melhores, mas não é realizado em reconstruções muito ruins (uma *U-shaped learning curve*).

Novamente, por completude, informamos a *accuracy* obtida nos métodos na tabela 3.10.

Tabela 3.10. *Resultados – Accuracy*

Naïve Bayes								
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.913	0.189		0.75	0.913	0.824	0.928	0
	0.811	0.087		0.938	0.811	0.87	0.927	1+2
	0.85	0.126		0.866	0.85	0.852	0.928	
Classification via regression								
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.87	0.054		0.909	0.87	0.889	0.927	0
	0.946	0.13		0.921	0.946	0.933	0.927	1+2
	0.917	0.101		0.916	0.917	0.916	0.927	
J48								
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC	Area	Class
Weighted Avg.	0.913	0.054		0.913	0.913	0.913	0.924	0
	0.946	0.087		0.946	0.946	0.946	0.924	1+2
	0.933	0.074		0.933	0.933	0.933	0.924	

No próximo capítulo vamos apresentar a análise qualitativa das reconstruções obtidas, vistas pela ótica do grandmaster Rafael Leitão, um dos maiores experts brasileiros, em entrevista realizada em Americana, São Paulo.

*"You may learn much more from a game you lose than from a game you win.
You will have to lose hundreds of games before becoming a good player."
–Jose Raul Capablanca*

*"An expert is a man who has made all the mistakes which can be made, in a
narrow field."
–Niels Bohr*

*"We must not say every mistake is a foolish one."
–Cicero (106 BC - 43 BC)*

4. ANÁLISE QUALITATIVA DOS ERROS

Para esta análise qualitativa dos erros, foi realizada entrevista com um dos maiores experts brasileiros, o grandmaster Rafael Leitão. A entrevista foi realizada em Americana, São Paulo. No apêndice A documentamos toda a análise qualitativa dos erros cometidos.

Para cada posição utilizada:

- a o expert realiza uma análise da posição, considerando em especial, dada a situação estratégica, o que é relevante para registro e o que é irrelevante;
- b o expert analisa as diversas reconstruções obtidas, enfatizando os erros realizados e como o jogador registrou, ou deixou de registrar, a situação estratégica;

Após as análises das posições reais e das reconstruções obtidas, são apresentados as análises das posições aleatórias e os comentários adicionais do grandmaster.

A análise dos erros de reconstrução aponta que as características julgadas como mais relevantes na posição pelo G.M Rafael Leitão, são mantidas nas reconstruções dos jogadores com maior nível de expertise. Os erros cometidos por jogadores *experts* tendem a preservar a essência da posição como exemplificado na análise da reconstrução do jogador Q na posição 2 :

“O jogador Q a gente já vê que é um jogador de categoria, ele errou também, mas ele captou os elementos principais da posição. Note quando eu falei os elementos mais importantes de chamar atenção é a posição das peças mais importantes e justo o que ele errou foi a colocação dos peões, ele omitiu um peão preto em A6 e colocou um peão que estaria em A2 ele colocou em H2. Teve tecnicamente dois erros, mas a percepção dele da posição foi perfeita.”

Os erros de reconstrução dos enxadristas de nível intermediário, como o jogador R, tendem a manter os aspectos mais relevantes da posição: “o jogador R, me parece interessante... tem muitos erros nas posições que ele monta, mas ele sempre pega a essência da posição”.

Por outro lado, o enxadrista Y (classe B) teve dificuldade em captar nas reproduções os aspectos julgados como essenciais pelo G.M. Rafael Leitão, que analisou a reconstrução da posição 5 : “O que ele colocou aqui não lembra em nada a posição original, o jogador Y.” Enxadristas com menor nível de expertise, como o jogador Y, não conseguem reproduzir em suas reconstruções os aspectos mais relevantes das posições, como por exemplo, os xeques das posições 1, 4, 8 e 10. Além dos xeques, quase todos aspectos julgados como relevantes da posição não foram preservados nas reconstruções como a promoção do peão (posição 6), o ataque dama (posição 7), o flanco dama (posição 7), a pressão torre (posição 9) e ataque brancas (posição 10).

Cícero disse uma vez que “*We must not say every mistake is a foolish one*”, o que se aplica claramente neste caso. Dois padrões claros surgem aqui:

1. A diferença no desempenho entre os diferentes jogadores torna-se imediatamente clara – conforme experimentos anteriores; mas, além disso, temos também que:
2. os erros de jogadores intermediários são extremamente interessantes, pois esses jogadores conseguem preservar fragmentos da situação estratégica, ainda que tenham cometido uma série de erros na reconstrução das posições. Isso indica que os erros não são distribuídos uniformemente – pelo contrário, quanto maior a habilidade de um jogador, maior a probabilidade de que seus erros sejam cometidos em peças ou áreas “irrelevantes” da situação.

No próximo capítulo, vamos analisar como esses resultados alteram – de forma significativa – as teorias correntes de expertise, memória e tomada de decisão nesta área.

One of the accomplishments of the contemporary theory of problem solving has been to provide an explanation for the phenomena of intuition and judgment frequently seen in experts' behavior. The store of expert knowledge, "indexed" by the recognition cues that make it accessible and combined with some basic inferential capabilities, accounts for the ability of experts to find satisfactory solutions for difficult problems, and sometimes to find them almost instantaneously. The expert's "intuition" and "judgment" derive from this capability for rapid recognition linked to a large store of knowledge.

Simon *et al.*, 1987

5. IMPLICAÇÕES PARA A TOMADA DE DECISÃO NO XADREZ

5.1 Introdução

Dado que este estudo estende os resultados anteriores de nosso grupo de pesquisas, vamos realizar, novamente, uma revisão breve da literatura moderna sobre a estrutura dos *chunks* (vide Linhares, 2005; Linhares, 2008; Linhares & Brum, 2007; Linhares & Brum, 2009; Brum, 2007). Note que esta não é a primeira vez que estamos criticando essa literatura — mas os dados aqui presentes reforçam significativamente as críticas anteriores.

Nossos estudos anteriores mostraram que analogias são essenciais na percepção de cenários (Linhares e Brum, 2007; Linhares e Brum, 2009). 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 (1973), em arquiteturas computacionais modernas, tais como: CHREST e CHUMP. Vejamos, brevemente, cada um desses modelos nas seções seguintes.

5.2 CHREST – *Chunk Hierarchy and REtrievel STructure*

Ao julgar pelo número de citações que recebeu na literatura internacional indexada ISI, CHREST é a teoria computacional mais influente sobre *expertise*⁸ (habilidade ou perícia) no xadrez. Ao contrário da teoria SEEK, CHREST é uma implementação em computador desenvolvida pela hipótese que o processamento da informação subjacente às suas fundações teóricas e, portanto, dispõe de recursos para: (i) ser incrivelmente rigoroso na definição dos termos, tais como *chunks*, *templates*, os processos subjacentes dominantes no xadrez, e outros mais, nos quais geralmente são definidos fracamente pela teoria SEEK e em outras teorias “verbais”; e (ii) ser testado cuidadosamente nas simulações e para 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), de fato, “um modelo unificado”, no qual inclui a cognição por trás da aprendizagem, da percepção e da memória. É um sistema simbólico tal como os bem conhecidos SOAR ou EPAM. O sistema implementa uma exploração 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, que lhe permite construir uma representação do tabuleiro na STM (*short-term memory*), e, finalmente, reconstrói a posição com o conteúdo embutido nos *chunks* indicados pelos ponteiros na STM. A igualdade encontrada nos dados humanos, de enxadristas avançados ou de novatos, após uma curta ou longa exposição, com posições regulares ou aleatórias, é simplesmente notável. Dificilmente, pode-se propor

² Em janeiro de 2005, o artigo publicado por Holding (1992) resumindo a teoria SEEK baseada na antecipação das consequências para movimentos recebeu dez citações no banco de dados ISI - essa teoria é analisada em Linhares (2005b). Em comparação, 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 duzentas citações, e se nós incluirmos os artigos de Chase e Simon (1973a, 1973b) e Simon e Chase (1973), o número de citações cresce e ultrapassa mil.

um modelo de processamento de informação da cognição no xadrez enquanto se ignorar essa influente teoria.

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

5.3 *Discrimination Nets* ou Redes de Discriminação

Imagine uma máquina de refrigerante em lata. Nós introduzimos e deixamos cair uma moeda nela, e, em seguida, a gravidade realiza seu trabalho fazendo uma série de testes baseados (na maior parte) na largura e no diâmetro da moeda. Esse 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 desses nós (que em nosso exemplo hipotético já terão sido encontrados em posições precedentes e armazenados na LTM) agirá como um teste de um potencial *chunk*. Seu significado é como “Você encontrou um bispo branco no quadrado b3. Você enxerga agora um peão branco na casa a2?” Cada um desses 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 de refrigerantes em lata, a rede de discriminação oferece uma rede de ramificações de possibilidades.

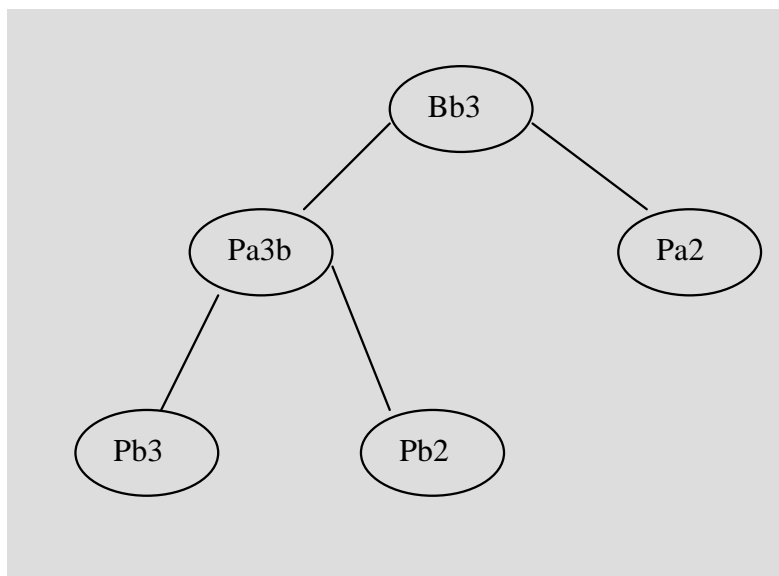


Figura 5.1. Um fragmento de uma rede de discriminação.

As implementações atuais oferecem mecanismos mais sofisticados, tais como *links* de redundância e *template-slots*, mas essas não diminuem o nosso argumento principal apresentado até aqui.

Compreendido o mecanismo, a analogia com máquinas de refrigerantes em lata terminou. A rede de discriminação está habilitada a desenvolver-se por dois mecanismos específicos: familiarização e discriminação. A familiarização consiste dos casos em que o *chunk* “é reconhecido como sendo compatível com o *chunk* classificado pela rede” (De Groot e Gobet, p.226), ao passo que a discriminação consiste dos casos em que um *chunk* “é classificado como um nó e 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 sequências de peças corrigidas as latências de menos do que dois 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 avançados fazem de fato? Pode-se dizer que “[...] reconhecem os *chunks* da LTM e coloca-lhes um ponteiro na STM. Estes *chunks*, cada qual contém diversos elementos que os novatos veem como unidades, permitem os avançados memorizarem a informação muito além do que os novatos podem lembrar” (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*), em que 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, conhecido como a hipótese, que começa com o privilégio de nunca de deixar a STM – isto é, devido ao fato de ser o maior *chunk* encontrado tão distante na LTM.

5.4 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 dos mestres. O sistema fixa em determinados quadrados, simulando os movimentos dos olhos, e 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 frequentemente encontrados na prática em jogos de mestres, especialmente as variações comuns de abertura, na qual evolui para os [templates]” (Gobet e Simon, 2000, p. 679). *Templates* possuem um núcleo, (isto é, 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 núcleo, e as *piece-slots*, em que codificam os quadrados ocupados pelas peças que geralmente estão ligadas ao núcleo. Um exemplo de um *template* CHREST é mostrado abaixo na figura 5.2, 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 5.2. Um exemplo de *template* CHREST (após Gobet e Simon, 2000).

Na fase de execução, algumas simulações são conduzidas 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.), nos tempos de apresentação e com relação a posições regulares contra posições aleatórias. O sistema demonstra um incrível ajuste com os dados humanos, cometendo eventualmente erros, quando também são esperados pelos seres humanos. Entretanto, CHREST não seleciona movimentos, e 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.

5.5 CHUMP – *CHUnks of Moves and Patterns*

CHUMP é um sistema da mesma família e fundamento teórico de CHREST, que tem por objetivo selecionar um movimento (ao contrário da reconstrução de uma posição momentaneamente mostrada). Esse sistema “cria duas redes de discriminação, uma para padrões das peças, como em CHREST, e a outra para os movimentos e sequências dos movimentos. Ademais, as duas redes são conectadas por ligações associativas” (De Groot e Gobet, 1996, p.245), nas quais permitem o 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 acessível a um nó na rede de movimentos (*move-net*), 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, e desta vez discriminando movimentos e sequências de movimentos. Conforme De Groot e Gobet (1996), especula-se que, no futuro próximo, a implementação de uma memória semântica, baseada também nas redes de discriminação:

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

Uma das suposições essenciais por trás desse projeto do sistema origina-se do fato que os mestres no jogo de xadrez são incrivelmente rápidos em selecionar um bom movimento.

Por causa disso, foi verificado em inúmeros experimentos, para não mencionar em torneios rápidos ou em jogos simultâneos contra múltiplos oponentes, que os projetistas têm focado seus esforços na implementação de um sistema que pudesse obter 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 & 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 enorme de *chunks*, Holding (1992) discute que é uma falácia inferir que, por causa da habilidade no xadrez, determinar a memória no xadrez; por conseguinte, a memória por si deve determinar a habilidade; (nós não concordamos nesse caso, mas nós propomos que o modelo *chunking* não é adequado pelas razões apontadas a seguir).
- “[...] uma objeção importante para a simplicidade das teorias *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 que reside nas teorias atuais sobre percepção de padrões é que necessitam da flexibilidade presente na cognição humana. Tomemos novamente para um exame a posição 10, e imagine todas as peças deslocadas uma, duas ou três casas para a esquerda ou para baixo ou ambos. Por causa dessa posição imaginada, agora as peças

residem em casas diferentes, e de acordo com as teorias *chunking* tradicionais, *chunks* completamente novos seriam trazidos da LTM. Em outras palavras, as teorias *chunking* – são baseadas nos mecanismos tão rígidos como as 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, essa posição deslocada é realmente diferente daquela original no seu sentido verdadeiro? Qualquer ser humano é capaz de deslocar as peças e de enxergar que “é exatamente a mesma posição!”.

De fato, este trabalho não pode confiar numa afirmação dessa sem que um experimento cuidadoso seja conduzido. McGregor e Howes (2002) questionaram a básica suposição de que os *chunks* eram baseados unicamente na informação de POS e, na maioria das vezes, nas proximidades das peças. Eles apresentaram trinta posições de meio e final de jogo no xadrez durante trinta segundos para um grupo de jogadores novatos e avançados. Posteriormente, apresentaram trinta posições e perguntaram aos participantes se algumas dessas posições faziam parte do conjunto original. Essas novas posições foram divididas em três conjuntos: (i) dez posições do conjunto original; (ii) dez posições alteradas, nas quais todas as peças foram trocadas (i.e., as relações permaneceram constantes, mas a informação POS foi transformada); e (iii) dez posições “distorcidas” nas quais uma simples peça foi colocada em lugar trocado, porém essa alteração interferiu violentamente nas relações básicas de ataque e defesa. Os resultados foram 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 posição “distorcida” recebeu uma resposta “falso positivo”. O efeito do tipo da transformação foi descoberto pelo grupo com alto *expertise* como sendo significativo na posição, ao passo que o grupo com baixo *expertise* não poderia diferenciar entre as posições originais, alteradas e “distorcidas”. Tal fato levou os autores a concluir que “os participantes com maiores habilidades 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 não só rápidos e mais apurados em discriminar novas

relações entre peças como novas localizações de todas as peças. Logo após, eles investigaram a intuição 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 de peças. A visão de que as peças com muita proximidade espacial são colocadas como chunks na memória não foi suportada pelos resultados.”* (ibid., p713)

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

O ponto levantado por Chabris e Hearst (2003) é também uma questão crucial: os *chunks* reconhecidos em teorias atuais são percebidos nas configurações superficiais de POS, mas podem não ser diretamente associados com estratégias para o 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 no qual ele aparece, e cada uma dessas apresenta distintas possibilidades de movimento. Em seguida, Chabris e Hearst (2003) sugerem 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.

5.6 Que tipos de erros devemos esperar de CHREST e teorias semelhantes?

Dada a teoria acima, cabe a pergunta: que tipos de erros devemos esperar de CHREST e modelos similares? Tais erros refletem os resultados de experimentos reais, como os obtidos neste estudo?

A teoria prevê codificação via *pieces-on-squares*, com a adição de *templates* eventuais tanto em quadrados (codificando uma peça) ou de peças (codificando o quadrado onde se encontra). Logicamente, erros esperados seriam de codificação de *pieces-on-squares*, ou seja, uma peça foi trocada de quadrado, ou foi colocada uma peça distinta. Algo que *não é previsto pela teoria é um completo rearranjo de peças que preserve as relações originais. E é exatamente esse tipo de erro que observamos nos jogadores de maior habilidade.*

Vamos exemplificar com uma reconstrução. Considere a posição 8, na figura abaixo, e a reconstrução do jogador R. O jogador R cometeu os seguintes erros:

1. ambas as torres negras foram deletadas;
2. a torre branca em e7 moveu subitamente para b1;
3. a estrutura branca <Pc3, Qd2, Ke2> simplesmente desaparece, e a rainha é movida para e7;
4. toda a estrutura negra de <qc4, pc5, pd5> é movida, e a posição da rainha “invertida”;
5. em suma, nas colunas a, b, c, d, e, ***todas as peças, com a exceção da torre branca em b8, estão colocadas erroneamente.***

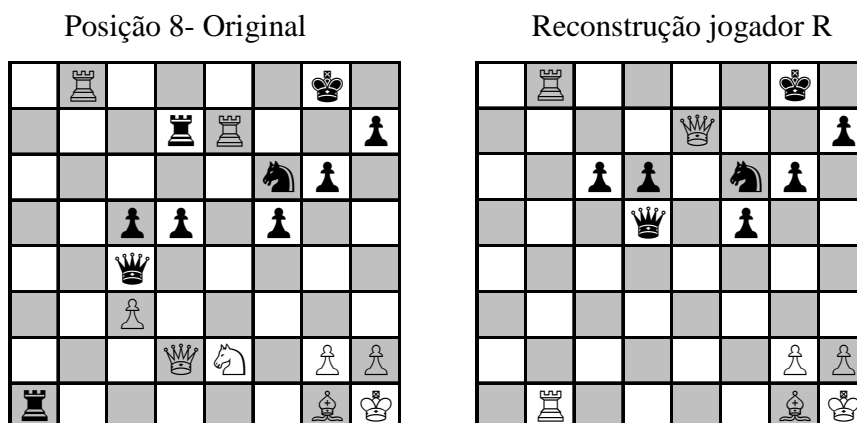


Figura 5.3. *Reconhecimento de experiências: a posição original à esquerda e a reconstrução do sujeito R à direita. Note que há um grande número de erros, mas que não alteram a essência da posição. Na posição original, o rei preto encontra-se em xeque-mate pelas duas torres brancas. Na posição reconstruída, o rei preto também permanece em xeque-mate, mas há inúmeros erros: ao invés de o rei ser bloqueado pela segunda torre em e7, ele é bloqueado por uma rainha em e7; diversas peças são simplesmente ignoradas. Apesar desses erros, a estrutura permanece: trata-se de um xeque-mate por dois ataques nas linhas 8 e 7. Note que, mais importante do que o padrão específico de arranjo de peças, mais importante do que pattern recognition, está experience recognition, em que o jogador reconstruiu o mesmo cenário, apesar de ter cometido inúmeros erros que não alteram a percepção subjetiva do cenário. O padrão foi alterado, mas sua experiência não.*

Agora, note a semelhança estratégica envolvida na reconstrução. Vamos analisar ambas as posições estrategicamente. Na posição original, o rei está em xeque pela torre em b8. A torre não pode ser capturada. Logo, ou o rei escapa, ou o xeque é bloqueado por alguma peça. O rei não pode escapar, dada a torre em e7. A única alternativa é, portanto, bloquear o xeque, o que pode ser feito pelo cavalo em f6 ou pela torre em d7. Mas note que qualquer dessas alternativas simplesmente adia o xeque-mate, dado que a torre branca pode capturar a peça e novamente colocar o rei negro em xeque. Não há saída para o lado negro.

Observe agora a reconstrução do jogador R. O rei negro está em xeque pela torre corretamente reproduzida em b8. Não há como escapar, dada a rainha em e7. É possível bloquear o xeque com o cavalo, mas isso apenas adia o xeque-mate. É exatamente a mesma situação estratégica – reproduzida com todas as peças nas colunas a, b, c, d, e erroneamente colocadas; a exceção sendo a torre em b8.

Um exemplo não pode comprovar uma teoria, mas pode comprovar que uma teoria está errada. Nosso argumento de prova por contradição ou *reductio ad absurdum* baseia-se neste tipo de exemplo:

- i) a teoria atual prevê uma codificação via peças em quadrados (*pieces on squares*);
- ii) jogadores conseguem registrar a situação estratégica e reproduzi-la fielmente, mas cometendo vários erros do tipo que a teoria não prevê;
- iii) logo, a teoria atual não pode explicar completamente a codificação utilizada pelos jogadores para registrar um tabuleiro.

Caso os jogadores registrassem os cenários apenas conforme o pressuposto da teoria, então reconstruções como a do jogador R não poderiam registrar o cenário estratégico. Note que a probabilidade dos erros do jogador R é ínfima: o movimento da rainha branca é simplesmente inválido; várias peças simplesmente não foram reconstruídas; das oito colunas, cinco estão completamente distorcidas com exceção de uma peça.

O jogador errou 47% das peças (9 em 19), e ainda assim preservou, perfeitamente, o cenário estratégico. Como sabemos dos tabuleiros aleatórios, uma quantidade tão grande de erros não poderia preservar o cenário estratégico. A codificação de *chunks*, portanto, inclui mais informações do que o que é previsto pelas teorias correntes.

5.7 Sumário

Neste capítulo revisamos as teorias correntes sobre percepção e decisão em xadrez, e mostramos como os resultados de nossos experimentos são incompatíveis com os pressupostos dessas teorias. Tomando um exemplo de reconstrução, mostramos como um jogador pode “perder” 47% da informação pressuposta pelas teorias correntes, mas “registrar” 100% da situação estratégica – o que torna óbvio que as teorias atuais pressupõem codificações de forma incompleta.

No próximo capítulo vamos explorar o que os resultados obtidos aqui sugerem para o campo da administração em geral.

Vision is the art of seeing the invisible.

— Jonathan Swift

6. TOMADA DE DECISÃO VIA RECONHECIMENTO DE EXPERIÊNCIAS

Nesta tese, apontamos uma crítica à pesquisa básica de Chase e Simon (1973), seguindo as críticas anteriores de Linhares e Freitas (2008, aceito para publicação), de como obter novos resultados, comparando experts e novatos no jogo de xadrez. Nossos resultados – tanto os numéricos quanto os qualitativos – apontam para novos modelos de percepção e decisão no domínio do xadrez. Assim sendo, acreditamos que este estudo nos traz contribuições originais para a área extremamente rica de julgamento e tomada de decisão. Conforme vimos anteriormente, a tese trata de um problema de ciência básica, que pode ser resumido com a seguinte pergunta:

"Como tomadores de decisão experts percebem cenários complexos?"

Apontamos que (i) existe um espaço inexplorado na literatura para a pesquisa sobre a percepção humana no jogo de xadrez (Linhares e Freitas 2008, aceito para publicação); (ii) apontamos, também, como explorar esse espaço, elucidando quais as características que jogadores de xadrez veem como cruciais em cada cenário. O estudo proposto é relevante e original. Entretanto, é um estudo de *ciência básica*; e a Administração é por natureza uma *ciência aplicada*.

Desejamos que a tese possua não apenas o trabalho de ciência básica, mas a perspectiva mais ampla para a tomada de decisão em seus diversos cenários. Enquanto os resultados

sobre os *chunks* de xadrez podem eventualmente possuir impacto na psicologia de tomada de decisões, desejamos neste capítulo explorar as sugestões de mais amplo escopo e a eventual aplicabilidade para a ampla área da tomada de decisão.

Atualmente, a literatura de percepção, julgamento e decisão é fortemente concentrada na ideia de “reconhecimento de padrões”. Há inúmeros periódicos, conferências e sociedades científicas dedicadas diretamente a “reconhecimento de padrões”. Há modelos de redes neurais, algoritmos genéticos, processamento de sinais e uma enorme gama de outras abordagens em busca de métodos que nos ajudem a compreender “reconhecimento de padrões”.

Buscamos aqui, baseados nos resultados desta tese, explorar uma mudança de perspectiva. A idéia de “reconhecimento de padrões” pressupõe que o processamento de informação relevante é sobre “padrões” (ou dados) que existem *independente de qualquer interpretação*. Propomos, portanto, alterar essa idéia. Propomos que a tese sugere a visão da *tomada de decisões via o reconhecimento de experiências* (Linhares e Freitas, aceito para publicação). Ao invés de comparar o conhecimento atual com os “padrões” (existentes independentes da interpretação humana), propomos que a comparação é feita com as codificações preexistentes na mente humana.

Considere, por exemplo, os modelos atuais de redes neurais que buscam compreender a escrita humana e digitalizá-la. Esses modelos clássicos são capazes de armazenar padrões de milhares de letras escritas à mão, e, depois de tal armazenagem, buscam realizar um “*match*” entre os padrões novos e os padrões pré-armazenados.

Acreditamos que essas linhas sejam pouco produtivas. Considere a seguinte alternativa: ao invés de armazenar os “padrões” no seu formato original, propomos armazenar *a forma pela qual esses padrões são processados*. Por exemplo, no caso de escrita, propomos a armazenagem de *eye saccades* (movimentos rápidos dos olhos), ao invés dos padrões originais.

A forma pela qual a informação é processada leva precedência sobre a informação em si.

Talvez alguns exemplos mostrem mais claramente a ideia (vide Linhares e Freitas, aceito para publicação):

1. Quando uma mãe diz para uma criança pequena que “aquela é uma pessoa fria, distante”, a criança compreende imediatamente que essas características não se referem à temperatura física nem à proximidade geográfica. Como então a criança é capaz de entender uma frase desse tipo? Pela experiência anterior. Pessoas “próximas”, como a mãe, realizam muito contato físico umas com as outras. O contato físico, por sua vez, não apenas estimula endorfina e outros neurotransmissores “positivos”, mas também esquentam, fisicamente, o corpo da criança. É, portanto, possível compreender o que uma pessoa “fria, distante” significa – sem sequer compreender o que uma analogia ou uma metáfora são.
2. Novos conceitos científicos são quase sempre explicados por meio de conceitos com os quais temos experiência prévia. O modelo do átomo, com núcleo e elétrons, baseou-se na metáfora com estrelas e planetas. DNA é regularmente comparado com uma escada em caracol, com programas de computador, com impressões digitais (numa cena de crime), com um zíper, etc. O mesmo ocorre na compreensão de políticas ou decisões jurídicas. Decisões jurídicas são, muitas vezes, baseadas em precedentes conhecidos, nos quais os detalhes variam em larga escala. Al Gore, em seu filme “An Inconvenient Truth”, usa a experiência da catástrofe de 11 de Setembro para argumentar, numa simulação, que a eventual ascensão do nível oceânico poderia gerar uma catástrofe ainda maior em Manhattan. Em geral, qualquer conceito ou situação complexa é comparada com um conceito ou situação com o qual temos experiência prévia.
3. Durante os anos 90, nos Estados Unidos, a frase “The new Honda” é imediatamente compreendida como se tratando de um carro. No Japão, a mesma frase é interpretada como se tratando de uma moto. As diferentes experiências dos consumidores nos diferentes países levam a interpretações distintas. Ainda na mesma indústria, Volkswagen nos Estados Unidos era vista como uma fabricante de Fuscas, carros pequenos, versáteis, baratos, e de design antiquado. Do outro lado do Atlântico, a Volkswagen era a montadora líder de automóveis, em

diversos segmentos distintos do Fusca. Quando a montadora introduziu os mesmos automóveis nos Estados Unidos, entretanto, os consumidores reagiram como se os carros se tratassem de uma brincadeira de mau gosto. “Volks por US\$ 30.000,00?” Carros competindo com Lincolns? Os mesmos carros que fracassaram nos Estados Unidos eram os mais vendidos na Europa. Mesmos carros, diferentes experiências dos consumidores. Novamente: *a forma pela qual a informação é processada leva precedência sobre a informação em si.*

4. Um estudo recente de Scott Shane, publicado em *Organization Science*, mostra muito bem como diferentes experiências afetam as oportunidades de empreendedorismo. Shane estudou uma patente obtida pelo MIT, e como oito conjuntos de empreendedores visualizavam diferentes aplicações para essa patente, algumas com impacto potencial muito superior ao de outras. Obviamente, Shane propõe que (i) nem todos os indivíduos são igualmente propensos a reconhecer uma oportunidade de empreendedorismo; (ii) empreendedores descobrem oportunidades *sem procurar por elas*; e, finalmente: (iii) a experiência prévia das pessoas influencia: A) quais mercados explorar; B) como servir um mercado; e C) que produtos e serviços oferecer. Uma mesma patente, inúmeras interpretações de como usá-la. A experiência altera intrinsecamente nossa forma de ver o mundo.
5. Quando o Aiatolá Ruhollah Khomeini iraniano decretou uma sentença de morte ao escritor Salman Rushdie, a Igreja Católica não se posicionou pelo princípio de “não matarás”. A Igreja reconheceu sua própria experiência de ter buscado censurar o filme “The last temptation of Christ”, e posicionou-se ao lado dos iranianos. *L'Osservatore Romano*, uma publicação-chave do Vaticano, condenou o livro de Rushdie como “blasfêmia”. O cabeça da congregação Francesa, Cardeal Decourtray, chamou o livro de um “insulto a Deus”; o Cardeal O'Connor de Nova York disse que era crucial que “os muçulmanos saibam o quanto desaprovamos os ataques a sua religião”. O Vaticano tinha que decidir entre “não matarás” *versus* sua própria experiência. Como um testamento ao poder de reconhecimento de experiências na tomada de decisões, o Vaticano decidiu por ignorar o seu próprio primeiro mandamento.

Finalmente, essa proposta de reconhecimento de experiências (ao invés de reconhecimento de padrões) é muito próxima da de Gary Klein. Uma metodologia relativamente simples e que é uma extensão natural da nossa é a utilizada por Klein (1999) em *"Sources of Power: how people make decisions"*. Klein estudou bombeiros, pilotos de jato, operadores de radar, enfermeiras de unidades de tratamento intensivo, entre outros decisores que trabalhavam em ambientes de rápida mudança, diagnósticos de situações e ações que deveriam ser realizados muito rapidamente, e havia *high stakes*: vidas humanas estavam em jogo. Klein (comunicação pessoal, maio de 2008) afirmou que um estudo com operadores do mercado financeiro ainda não havia sido feito e seria uma grande e rica oportunidade de estudo.

Para compreender como tomadores de decisão percebiam situações e extraíam rapidamente o que era relevante do que era irrelevante, Klein inicialmente buscou por casos em que (i) uma decisão extraordinária havia sido tomada e (ii) não havia uma racionalização precisa sobre o porquê da decisão (além de "era o que devia ser feito").

Klein então entrevistou tanto os decisores quanto novatos na área. Os decisores foram entrevistados em profundidade, com vistas a procurar estabelecer exatamente quais os sinais que eles (ou elas) haviam captado como cruciais em cada cenário, e, muitas vezes, Klein percebeu que os próprios decisores apenas percebiam conscientemente ter registrado tal sinal após reportá-lo na entrevista.

Em contraste a isso, Klein entrevistou novatos, perguntando a eles o que deveria ser feito naquele caso e como eles teriam observado a situação: o que seria o primeiro sinal, a primeira informação, que eles buscariam em um caso semelhante? Obviamente, a diferença entre as respostas foi enormemente rica, elucidando inúmeros casos até então inexplicados. Um exemplo: um operador de radar sentiu que estava sob ataque (durante a primeira Guerra do Golfo), e disparou um míssil que destruiu o objeto no radar. Durante quatro horas, não se sabia se o objeto era um míssil iraquiano ou um bombardeiro americano. O operador de radar não sabia racionalizar sua decisão, ele simplesmente "sentiu" que era um míssil e que deveria responder imediatamente. Era efetivamente um míssil, e apenas dezoito meses depois, na entrevista de Klein, pôde-se saber quais sinais

captados pelo operador o levaram a tal diagnóstico. (Note-se que ambos os objetos apareciam no radar de forma similar e que o operador já havia visto centenas ou milhares de objetos em seu dia a dia na guerra, apenas disparando contra um.)

Esse tipo de estudo eventualmente levou Klein a propor a teoria de *recognition-primed decision*: a ideia de que decisores não escolhem uma opção entre muitas, mas sim reconhecem a experiência atual em que estão envolvidos e essa experiência dispara (via *priming*) um diagnóstico da situação e dos problemas envolvidos e, simultaneamente, um plano de ação. A proposta de Klein suporta nossa sugestão de “reconhecimento de experiências”. E há larga evidência de que a *forma pela qual a informação é processada leva precedência* sobre a própria informação em si.

If you want to build a ship, don't herd people together to collect wood and don't assign them tasks and work, but rather teach them to long for the endless immensity of the sea.

— Antoine de Saint-Exupery

7. O PRÓXIMO PASSO

Como estudo futuro, pretendemos estender o experimento para situações muito próximas à idealização de uma empresa buscando compreender um determinado problema. Propomos a seguinte extensão: a realização do experimento com múltiplos sujeitos simultaneamente. Ou seja, ao invés de solicitarmos a um sujeito que reconstrua a posição, vamos solicitar a dois, quatro, ou quarenta – no caso de uma turma inteira de universitários –, para que eles reproduzam o cenário, conjuntamente, após as breves apresentações de cinco segundos.

Acreditamos que podemos trazer uma valiosa contribuição para a administração com essa nova condição do experimento. Considere, por exemplo, a área de *situation awareness*, que decolou após o estudo de Chase and Simon (1973). Estudos nessa área geralmente colocam sujeitos como pilotos de avião em simuladores, então simulam um determinado problema, como uma pane, e desligam o simulador no meio do experimento. O sujeito é posteriormente entrevistado sobre o que estava ocorrendo, qual a medição de diversos instrumentos (como altitude, temperatura dos motores, combustível, etc.). E a partir

dessa entrevista tem-se uma ideia do quanto o piloto estava ciente do problema e qual seu diagnóstico.

Acreditamos que o experimento proposto pode demonstrar que *situation awareness*, em grupos, divide-se em *registro* e *diagnóstico*. Registro trataria do quanto um grupo é capaz de preservar das informações que foram apresentadas. Diagnóstico, por outro lado, trata-se da percepção, por parte do grupo, de como a situação irá se desenrolar e o que deve ser feito.

Há pelo menos três características importantes que acreditamos poder extrair deste estudo:

(i) *Registro*: qual a capacidade e qualidade das reproduções? Qual a natureza dos erros? Como as reproduções e erros alteram-se à medida que o número de participantes muda? Como as reproduções se comparam com as reproduções de iniciantes, mestres, ou grandmasters?

(ii) *Diagnóstico*: dada uma posição, qual é o consenso do que irá ocorrer em seguida? Qual movimento é proposto? Aqui estamos medindo, num ambiente isolado de distrações e onde podemos mensurar os dados de forma objetiva, a capacidade de grupos de antever o que irá acontecer e também qual a melhor rota de ação a tomar.

(iii) *Processo político de negociação de registro e diagnóstico*. Como o grupo chegará a um consenso? O status anterior de elementos do grupo será preservado, mesmo numa tarefa em que não possuam experiência prévia? Haverá evidências de *groupthink*? Podemos explorar casos em que há consenso “forçado” (por nós, pesquisadores), e também casos livres, em que diferentes opiniões sobre o que fazer podem ser mantidas. Como esses resultados refletem com as teorias desenvolvidas nos estudos de negociação?

Esse é um estudo que jamais foi realizado (segundo nosso conhecimento). Acreditamos que ele isola inúmeros fatores que ocorrem, entre as segundas e sextas, em toda gama de empresas, ONGs, governos e outras organizações.

Desejamos não somente estudar a cognição humana e a tomada de decisões de indivíduos. É nossa esperança que os resultados obtidos nesta tese, e os resultados que venhamos a obter na extensão aqui proposta, tornem-se um pequeno passo para o avanço da teoria e prática de administração.

REFERÊNCIAS

AGOR, Weston H. The Logic of Intuition: How Top Executives Make Important Decisions. **Organizational Dynamics**, 14(3): 5–18, 1986.

ANDERSON, Marlow; FEIL, Todd. **A First Course in Abstract Algebra**, Chapman & Hall/CRC; 2a edição, 2005.

ANDERSON, J.R. **Language, memory, and thought**. Hillsdale: Earlbaum, 1978

ATKINSON, G. **Chess and machine intuition**. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1993.

BAN, J. **The tactics of endgames**. Dover, 1997.

BANBURY, S.; TREMBLAY, S. **A Cognitive Approach to Situation Awareness: Theory And Application**. Ashgate publishing, 359 p., 2004.

BINET, A. **Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs**. Paris: Hachette (Reeditado por Slatkine Ressources, Paris, 1981), 1894.

BOLLAND, S.A. **Copycat Java Implementation**, disponível em: <<http://www2.psy.uq.edu.au/CogPsych/Copycat/>>, University of Queensland, Australia, Abril 2003.

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

CAGAN, J.; KOTOVSKY, K. 'Simulated annealing and the generation of the objective function: a model of learning during problem solving', **Computational Intelligence**, 13, 534-581., 1997.

CAMERER, C. **Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction**, Princeton: Princeton University Press, 2003.

CAMPBELL, M.; HOANE, J., A; HSU, F. 'Deep Blue', **Artificial Intelligence**, 134, 57-83, 2002.

CHABRIS, C.F.; HEARST, E.S. Visualization, pattern recognition, and forward search: effects of playing speed and sight of the position on grandmaster chess errors. **Cognitive Science** 27, 637-648, 2003.

CHARNESS N, REINGOLD, EM, Pomplun M, Stampe DM. The perceptual aspect of skilled performance in chess: evidence from eye movements. **Memory & Cognition**, 29, 1146-1152, 2001.

CHARNESS, N. Search in chess: Age and skill differences. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 7, 467-476, 1981.

CHASE, W.G.; SIMON, H.A.. Perception in Chess, **Cognitive Psychology** 4, 55-81, 1973.

CHI, M.T.H. **Knowledge structure and memory development**. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: what develops?*, 73-96. Hillsdale, NJ. Erlbaum, 1978.

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

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

CHURCH, R.M.; CHURCH, K.W. **Plans, goals, and search strategies for the selection of a move in chess**. In P.W. Frey (Ed.) *Chess skill in man and machine* (2nd edition) p. 131-156; New York: Springer-Verlag, 1983.

DANE; PRATT. Exploring intuition and its role in managerial decision making. **Academy of Management Review** Vol. 32, No. 1, 33–54, 2007.

DAVIS, H.; PÉRUSSE, R. Numerical competence in animals: Definitional issues, current evidence, and new research agenda. **Behavioral and Brain Sciences**, 11, 561—615, 1988.

GAREY, M.; JOHNSON, D. **Computers and Intractability: a Guide to the Theory of NP-Completeness**. New York: Wiley, 1979.

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

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

DE GROOT, A. D. 'Intuition in Chess.' **International Computer Chess Association Journal** 9, 67-75, 1986.

DODONOVA, Anna; KHOROSHILOV, Yuri. Anchoring and transaction utility: evidence from on-line auctions. **Applied Economics Letters**; Vol. 11-5, p307-310, 2004.

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

ENDSLEY, M.R.; GARLAND, D.J. **Situation Awareness Analysis and Measurement**, CRC Publishing, 408 p, 2000.

EPPLER, M.; MENGIS, J. The concept of information overload: a review of literature from organization science, accounting, marketing, mis, and related disciplines. **The information society**, 20: 325-344, 2004.

EPSTEIN, L. Definition of Uncertainty Aversion. **Review of Economic Studies**; Vol. 66 - 228, p579-608, 1999.

FINKELSTEIN, L.; S. MARKOVITCH. Learning to play chess selectively by acquiring move patterns, **International Computer Chess Association Journal**, 21, 100-119, 1998.

FRISCH, D., Reasons for Framing Effects, **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, 54(3), 399-429, 1993.

FRENCH, R. M., Subcognition and the Limits of the Turing Test. **Mind**, 99 (393): 53-65, 1990.

FRENCH, R. M., **The Subtlety of Sameness: A theory and computer model of analogy-making**. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.

FRENCH, R.M. **Tabletop: an emergent stochastic computer model of analogy making**. Tese de doutorado, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 1992.

FRENCH, R.M. Interactively converging on context-sensitive representations: A solution to the frame problem. **Revue Internationale de Philosophie**, 3, 365-385, 1999.

FRENCH, R.M. **The subtlety of sameness**. Cambridge: MIT Press, 1995.

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.; LABIOUSE. Why co-occurrence information alone is not sufficient to answer subcognitive questions. **Journal of Experimental & Theoretical**, 13, 421-429, 2001.

JOHN, G.; LANGLEY, P. **Estimating Continuous Distributions in Bayesian Classifiers**. In: Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, San Mateo, 338-345, 1995.

GOBET, F. A pattern-recognition theory of search in expert problem solving. **Thinking and reasoning**, 3, 291-313, 1997.

GOBET, F.. **A computer model of chess memory**, XV annual conference of the cognitive science society, 1993.

GOBET, F. Expert memory: a comparison of four theories, **Cognition**, 66, 115-152, 1998.

GOBET, F.; JACKSON, S. In search of templates. **Cognitive Systems Research**, 3, 35-44, 2002.

GOBET, F.; SIMON, H.A. Recall of random and distorted chess positions: implications for the theory of expertise. **Memory and Cognition**, 24, 493-503, 1996..

GOBET, F.; SIMON, H.A. Recall of rapidly presented random chess positions is a function of skill. **Psychonomic Bulletin & Review**, 3, 159-163, 1996.

GOBET, F.; SIMON, H.A. Templates in chess memory: a mechanism for recalling several boards. **Cognitive Psychology**, 31, 1-40, 1996.

GOBET, F.; SIMON, H.A. Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory. **Cognitive Science**, 24, 651-582, 2000.

GOBET, F., DE VOOGT, A.J.; RETSCHITZKI, J. **Moves in mind: the psychology of board games**. Hove, UK: Psychology press, 2004.

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**, 5, 236-243, 2001.

GOBET, F., SIMON, H.A. Expert chess memory: revisiting the chunking hypothesis, **Memory**, 6, 225-255, 1998.

GOBET, F., SIMON, H.A. Pattern recognition makes search possible: comments on Holding, **Psychological Research** 61, 204-208, 1992.

HALL, M.; HOLMES, G. Benchmarking attribute selection techniques for discrete class data mining. **IEEE Transactions on Knowledge and Data engineering** 15(6):1437-1447, 2003.

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.R. On seeing As and seeing AS. **Stanford Humanities Review** 4 (2). Disponível em <<http://www.stanford.edu/group/SHR>>, 1995.

HOFSTADTER, D.; FARG. **Fluid Concepts and Creative Analogies: computer models of the fundamental mechanisms of thought**, New York: Basic Books, 1995.

HOLDING. **The psychology of chess skill**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1985.

HOLDING. Theories of chess skill. **Psychological Research** 54, 10-16, 1992.

JOHNSON E.J.; HERSHEY, J.; JOHNSON, E; MESZAROS, J e KUNREUTHER, H. Framing, probability distortions, and insurance decisions. **Journal of Risk and Uncertainty**, 1993.

KAUFMANN, E. L., M.W. LORD, T.W. REESE, and J. VOLKMANN. The discrimination of visual number. **American Journal of Psychology** 62, 498—525, 1949.

KLEIN, **Sources of Power: How people make decisions** Cambridge, MA: MIT Press. 1998.

KVAM, P., VIDAKOVIC, B. **Nonparametric statistics with applications to science and engineering**. John Wiley & Sons, 2007.

KURZWEIL, R. **Deep Fritz Draws: Are Humans Getting Smarter, or Are Computers Getting Stupider?** Disponível em < www.KurzweilAI.net>, October 19, 2002.

LEITNER, Johannes e SCHMIDT, Robert. A systematic comparison of professional exchange rate forecasts with the judgemental forecasts of novices. **Central European Journal of Operations Research**; Vol. 14 - 1, p87-102, 2006.

LINHARES, A. A glimpse at the metaphysics of Bongard problems. **Artificial Intelligence**, 121, 251-270, 2000.

LINHARES, A. **Data mining, Bongard problems, and the concept of pattern conception**, in Zanazi, A., Brebbia, C.A., Ebecken, N.F.F., and Melli, P., (Eds.) *Data Mining III*, 603-611, 2002.

LINHARES, A. An active symbols theory of chess intuition, **Minds and Machines**, 15, 131-181, 2005

LINHARES, A., e P. BRUM, P.. Understanding our understanding of strategic scenarios: what role do chunks play? **Cognitive Science** 31, 989—1007, 2007.

LINHARES, A. Dynamic sets of potentially interchangeable connotations: a theory of mental objects. **The Behavioral and Brain Sciences**, 31, 389—190, 2008.

LINHARES, A.; FREITAS, A.E.T.A. Questioning Chase and Simon's (1973) "Perception in Chess": the "experience recognition" hypothesis. Aceito para publicação, **New Ideas in Psychology**, Elsevier Science, 2008.

LINHARES, A. e YANASSE, H.H. Search intensity versus search diversity: a false tradeoff? **Applied Intelligence**, accepted for publication (pre-published online: <http://dx.doi.org/10.1007/s10489-008-0145-8>), 2009.

LORIES, G.. La mémoire de joueurs d'échecs: revue critique. **L'Année Psychologique**, 84, 95-122, 1984.

LORIES, G. Recall of random and non-random chess positions in strong and weak chess players. **Psychologica Belgica**, 27, 153-159, 1987.

MANDLER, G; SHEBO, B. Subitizing: an analysis of its component processes. **Journal of Experimental Psychology: General**, 111 (1) 1—22, 1982.

MARGOLIS, E., (Editor), Laurence, S. (Editor), **Concepts: Core Readings**, MIT Press, 1999.

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.; HOWES, A. The Role of attack and defense semantics in skilled player's memory for chess positions. **Memory and Cognition**, 30, 707-717, 2002.

MEREDITH, M. **Seek-Whence: A model of pattern perception**. Tese de Doutorado, Indiana University, Bloomington, 1986.

MILLER, G.A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. **Psychological Review**, 63, 71-97, 1956.

MINSKY, M. **The society of mind**. Simon & Schuster, 1986.

MITCHELL, M., **Analogy-making as perception**, Cambridge: MIT Press, 1993.

MITCHELL, M. **Letter string analogy problems**. disponível em <<http://www.cse.ogi.edu/~mm/analogy-problems.html>>, Março 2003.

MITCHELL, M.; HOFSTADTER, D.R., 'The emergence of understanding in a computer model of concepts and analogy-making'. **Physica D**, vol. 42, 322-334, 1990.

MINTZBERG, H. **Mintzberg on Management**. New York: Free Press, 2007

MÖBIUS, A., NEKLIODOV, A., DÍAZ-SANCHEZ, A., HOFFMANN, K.H., Fachat, A., e SCHREIBER, M. 'Optimization by thermal cycling', **Physical Review Letters**, 79, 4297-4301, 1997.

MORALES, E. Learning patterns for playing strategies, **International Computer Chess Association Journal**, 17, 15-26, 1994.

MORALES, E. Learning playing strategies in chess, **Computational Intelligence**, 12, 65-87, 1996.

MOSCATO, P.; MENDES, A.; BERRETTA, R. Benchmarking a memetic algorithm for ordering microarray data. **Biosystems** 88(1-2):56-75, 2007.

NEWELL A. Physical symbol systems. **Cognitive Science**, 4, 135-183, 1980.

OSBOURNE, M.J.; RUBINSTEIN, A. **A Course in Game Theory**. Cambridge: MIT Press, 1994.

POTTER, M.C., **Very-short term memory: in one eye and out the other**. Artigo apresentado no encontro annual da psychonomic society, 1982.

PARIKH, J. **Intuition: The new frontier of management**. Oxford: Blackwell Business, 1994

QUINLAN, J.R. Induction of Decision Trees, *Machine Learning* (1), 81-106, 1986.

QUINLAN, J. R. **C4.5: programs for machine learning**. San Mateo: Morgan Kaufmann, 1993.

REHLING, J.A. **Letter spirit (part two): modeling creativity in a visual domain**. Tese de doutorado, Indiana University, Bloomington, 2001.

REINGOLD, EM; CHARNESS N; POMPLUN M, STAMPE DM., Visual span in expert chess players: evidence from eye movements. **Psychological Science**, 12, 48-55, 2001.

REINGOLD, EM, CHARNESS N, SCHULTETUS RS, STAMPE DM, (a). 'Perceptual automaticity in expert chess players: Parallel encoding of chess relations.' **Psychonomic Bulletin & Review**, 8, 504-510, 2001.

RHODES, R., **The making of the atomic bomb**. Touchstone: New York, 1986.

SAARILUOMA, P, HOHLFELD M., Apperception in chess players long-range planning. **European Journal of Cognitive Psychology**, 6, 1-22, 1994.

SAARILUOMA, P. Error in chess: Apperception restructuring view. **Psychological Research**, 54, 17-26, 1992.

SAARILUOMA, P. **Chess players' thinking**. London: Routledge, 1995.

SAARILUOMA, P. Chess and content-oriented psychology of thinking. **Psicológica**, 22, 143-164, 2001.

SAARILUOMA, P., **Coding problem spaces in chess**. Commentationes scientiarum socialium (vol. 23) . Turku: Societas Scientiarum Fennica, 1984.

SAARILUOMA, P., **The psychology of chess skill**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1985.

SAARILUOMA, P., Error in chess: the apperception-restructuring view. **Psychological Research** 54, 17-26, 1992.

SAARILUOMA, P., Chess and content-oriented psychology of thinking. **Psicológica** 22, 143—164, 2001.

SAARILUOMA, P.; LAINE, T. Novice reconstruction of chess memory. **Scandinavian Journal of Psychology** 42, 137—146, 2001.

SACHS, J. S., Recognition memory for syntactic and semantic aspects of connected discourse. **Perception and Psychophysics** 2: 437-442, 1967.

SADLER-SMITH, Eugene; SHEFY, Erella. The intuitive executive: Understanding and applying ‘gut feel’ in decision-making. **Academy of Management Executive**, Vol. 18, No. 4, 76-92, 2004.

SHANNON, C.E. (a). A chess-playing machine. **Scientific American**, 182, 48-51, 1950.

SHANNON, C.E. (b). Programming a computer for playing chess. **Philosophical Magazine** 41, 256-275, 1950.

SIMON, H. A. Making management decisions: The role of intuition and emotion. **Academy of Management Executive**, 1(1): 57–64, 1987.

SIMON, H.; DANTZIG, G.; HOGARTH, R.; PLOTT, C.; RAIFFA, H, SCHELLING, T.; SHEPSLE, K.; THALER, R.; TVERSKY, A.; WINTER, S. Decision-making and problem solving, **INTERFACES** 17(5) 11—31, 1987.

SIMON, H. A.; CHASE, W. G. Skill in chess. **American Scientist**, 61: 394–403, 1973.

SIMON, H. Cognitive science: the newest science of the artificial. **Cognitive Science**, 4, 33-46, 1980.

SIMON, H.; SCHAEFFER, J., **The game of chess**, in Aumann, R., Hart, S. (Eds.) *Handbook of game theory with economic applications*, North Holland, 1992.

SIMON, H.A. **Explaining the ineffable: AI on the topics of intuition, insight, and inspiration.** Artigo apresentado no proceedings da 14^a conferência internacional em inteligencia artificial, 1995.

SIMON, H.A.; CHASE, W.G., Skill in Chess, **American Scientist**, 61, 394-403, 1973.

SIMON, HA, NEWELL, A., Heuristic problem solving: The next advance in Operations Research. **Operations Research**, 6, 1-10, 1958.

SPENCE, Mark T; BRUCKS, Merrie The Moderating Effects of Problem Characteristics on Experts' and Novices' Judgments. **Journal of Marketing Research**. Vol. XXXIV, p. 233-247., 1997

THALER, Richard, "Toward a Positive Theory of Consumer Choice," **Journal of Economic Behavior and Organization**, 39-60, 1980.

TVERSKY, A.; KHANEMAN, D. The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. **Science**. Vol 211(4481) pp.453-458, 1981.

TURING, A.M. **Chess. Digital computers applied to games.** Bowden (Ed.), Faster than thought, 286-310, 1953.

TURNERY, P., Answering subcognitive Turing Test questions: a reply to French. **Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence** 13, p. 409-419, 2001.

WILKINS, D. 'Using patterns and plans in chess', **Artificial Intelligence**, 14, 165-203, 1980.

WINKLER, F.; FÜRNKRANZ, J. On Effort in AI Research: A Description Along Two Dimensions. In R. Morris (ed.), Deep Blue Versus Kasparov: The Significance for

Artificial Intelligence: Papers from the 1997 AAAI Workshop, pp. 56-62, Providence: AAAI Press, 1997.

WINKLER, F.; FÜRNKRANZ, J., (1998). 'A Hypothesis on the Divergence of AI Research, 1998.

WITTEN, I.H.; FRANK, E. Data Mining: **Practical machine learning tools and techniques**. 2a edição, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.

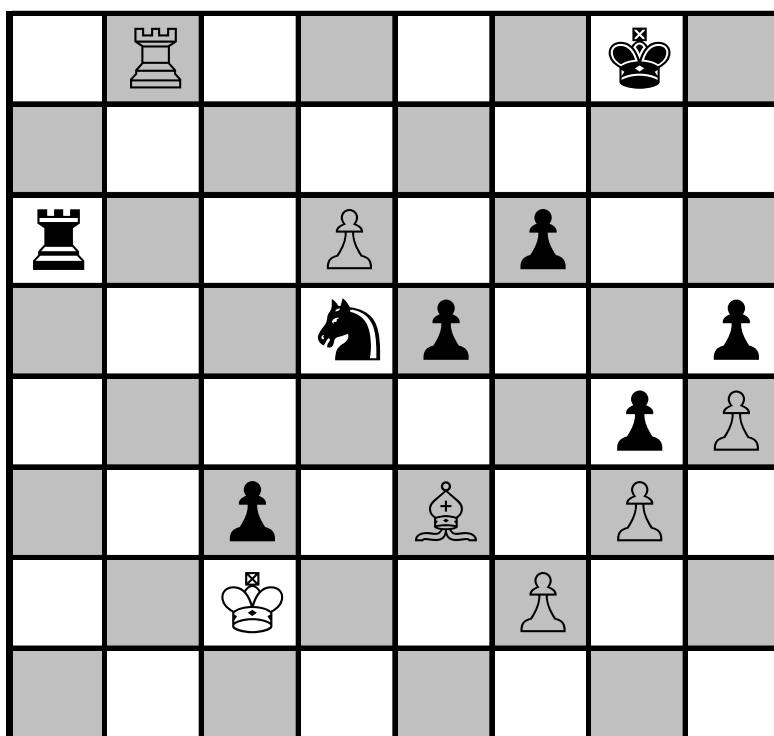
APÊNDICE A

Neste apêndice documentamos não apenas as reconstruções realizadas, mas também a análise dos erros cometidos em cada reconstrução. A entrevista foi, portanto, preservada sem edição. Os leitores imediatamente perceberão a informalidade, os erros gramaticais e as rápidas reformulações de frases características do discurso falado. Eventuais falhas de procedimento adicionais estão detalhadas em notas de rodapé.

Algumas das observações feitas no corpo principal da tese referem-se à estes resultados, entretanto optamos por mantê-los em separado de forma a maximizar o fluxo de leitura do manuscrito.

Análise das posições reais e das reconstruções.

Análise da Posição Original 1



Comentário do Expert:

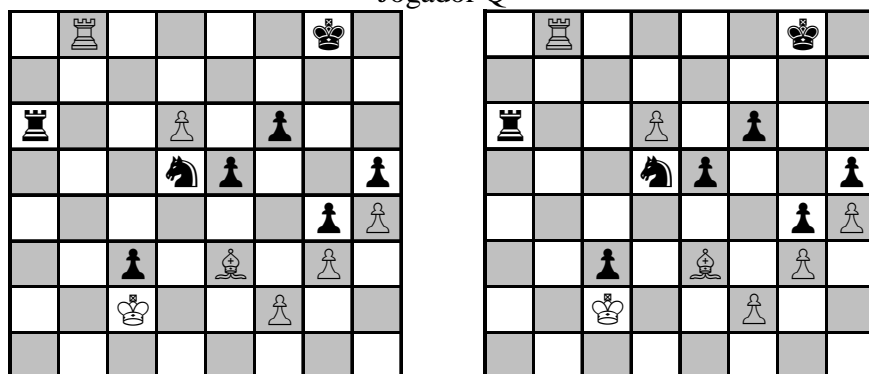
“É muito simples você, olhando muito pouco tempo essa posição, errar a configuração dos peões, em minha opinião... porque um enxadrista olha essa posição, e a primeira coisa... a mente de um enxadrista eu digo... olha e percebe que o rei preto está em xeque, então eu acho muito difícil que se erre isso daí, porque é a primeira coisa que a gente nota, e o equilíbrio material, que tem uma torre e um bispo para o branco, e uma torre e um cavalo para o preto. Então isso seria o que é o mais importante nessa posição. A estrutura de peões é uma coisa que em minha opinião seria o mais difícil de guardar neste tempo, mas esse equilíbrio material das peças mais importantes, acho que é o principal nisso que o branco tem uma torre e um bispo, e as pretas têm uma torre e um cavalo, e que o rei preto está em xeque. Isso é mais ou menos automático.”

Irrelevante: configuração dos peões

Importante: Rei preto em xeque, equilíbrio material (branco: torre e bispo; preto: torre e cavalo).”

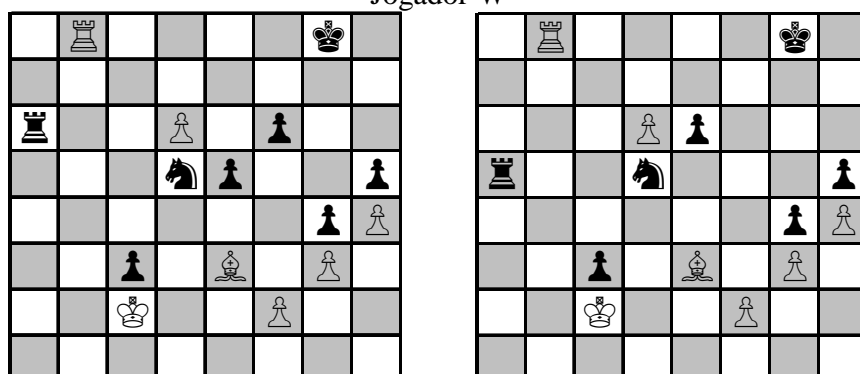
Análise dos Erros da Posição 1

Jogador Q



Q- O jogador Q não errou, não tem nenhum erro nesta posição.

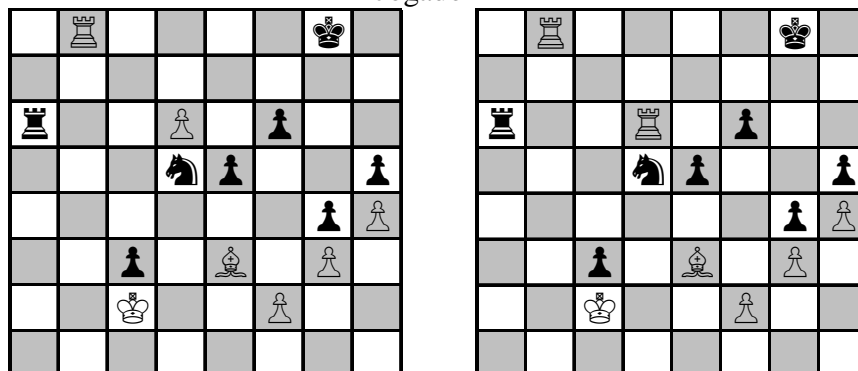
Jogador W



W- O jogador W foi bem, ele observou os principais elementos da posição tanto estruturalmente como a força do peão aqui. Esse peão é fundamental, esse peão branco

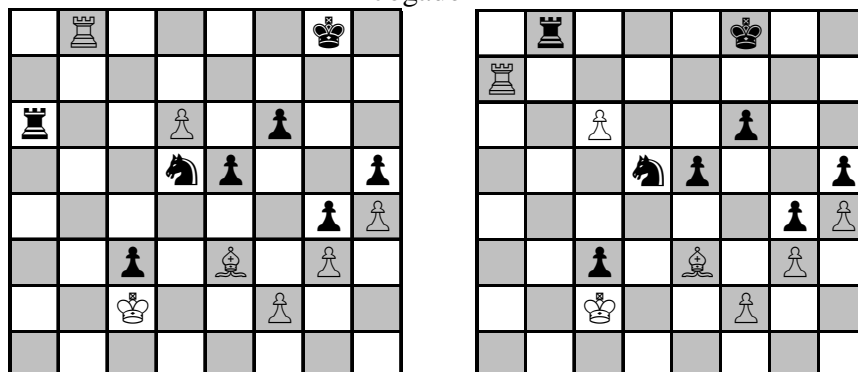
em d6 para quem quiser o segredo está neste peão em d6, ele só cometeu um erro que me parece totalmente explicável que é a posição dos peões pretos em E6 e E5... inclusive numa partida de xadrez, se for para explicar o erro dele, é muito comum um jogador defender um cavalo que está centralizado com um peão imediatamente atrás dele, talvez por isso tenha reproduzido desta forma, mas é quase perfeita a reprodução dele.

Jogador E

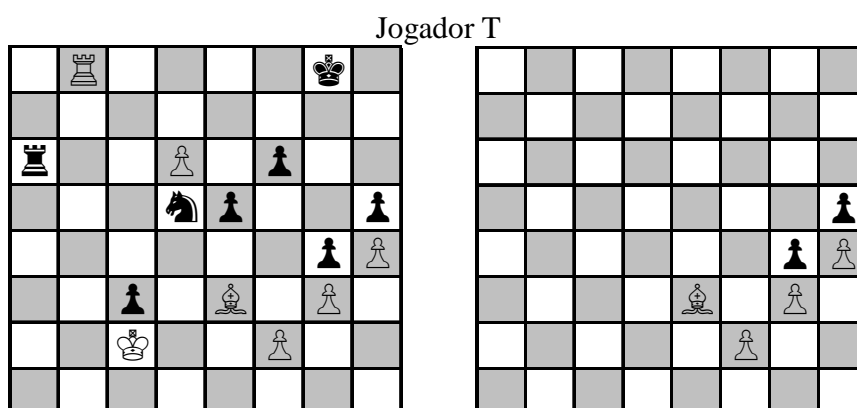


E- Esse daqui só errou a posição da torre, ele colocou uma torre onde deveria ter um peão. É curioso isso aqui, ele montou uma posição todo certo e justo o que seria um elemento totalmente ilógico da posição seria ter uma torre das brancas aqui... não consigo catalogar exatamente porque ele acertou toda a posição e ao invés de colocar um peão colocou uma torre aqui, que seria realmente ilógico, esse é um erro grave na minha opinião, apesar dele ter errado curiosamente só uma coisa. Para mim o erro dele é mais grave que o do que a gente viu anteriormente (refere-se ao Jogador R), que ele errou mais coisas, só que ele foi totalmente no sentido da posição.

Jogador R

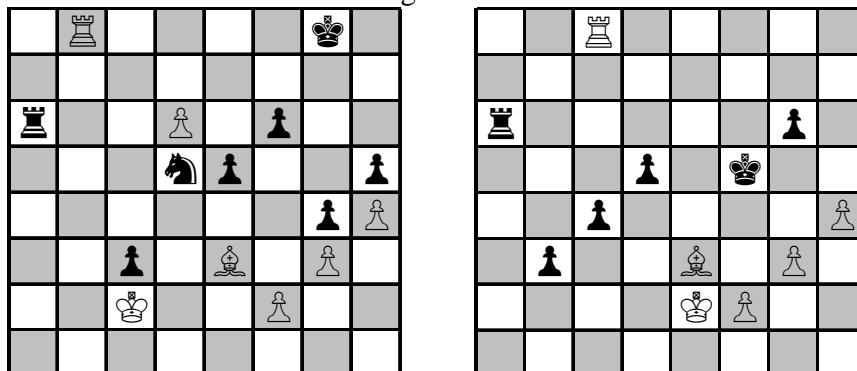


R- O jogador R foi bem, acontece que ele trocou a posição das torres aqui, acho que ele percebeu a posição de um peão passado bem colocado, só que ele trocou simplesmente a casa onde está este peão, ele inverteu a posição das torres, também a posição do rei... é interessante... note que esse caso é interessante porque o jogador R ele percebeu os principais motivos da posição, ele só não colocou exatamente nas mesmas casas, acredito que a mente dele trabalhou de um jeito interessante porque ele percebeu que as brancas têm um peão passado, ele percebeu a posição das torres, e as outras peças ele colocou perfeito... ele só não colocou exatamente nos lugares onde elas estavam... é interessante dentro de um determinado padrão você poder afirmar que o jogador R cometeu diversos erros e isso pode contar... como um erro... um erro... as posições das torres, mas na verdade você vê que ele foi pelo caminho certo, entendeu, não é a mesma coisa de outros que a gente viu errarem que pode até ter a mesma quantidade de erros, mas foram erros muito mais graves.



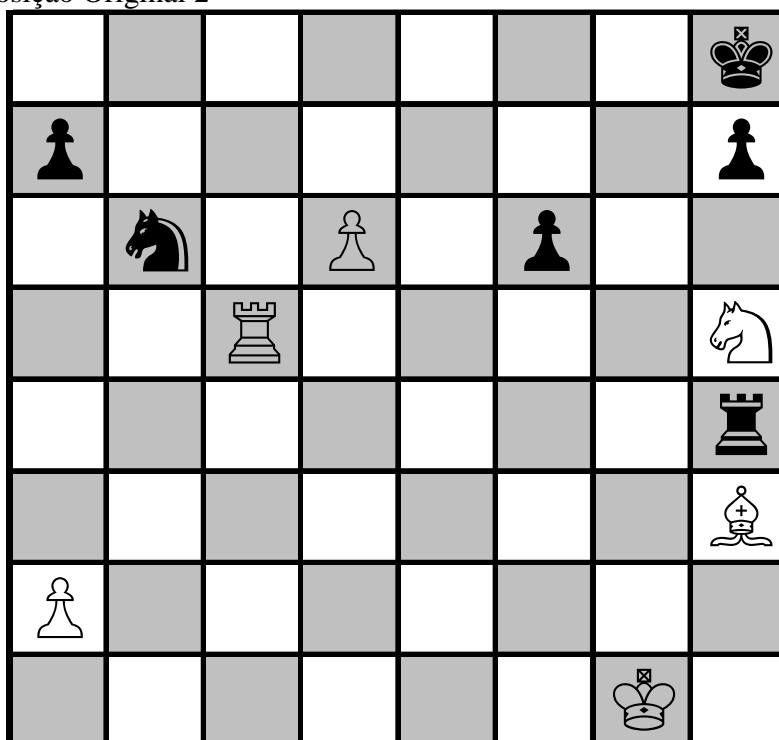
T- O jogador T... na verdade ele se preocupou... ele que repetir um padrão estrutural digamos... esses três peões aqui é um padrão que se repete em uma partida de xadrez, mas ele não observou o principal acontecimento que na verdade é para cá, ele só lembrou o que seria mais fácil talvez... que é a posição destes peõezinhos aqui, mas de fato esta posição acontece para o outro lado.

Jogador Y



Y- O jogador Y... barbarizou aqui, porque ele botou uma coisa que não tem nada a ver com a posição, tirando a questão estrutural também rei, ele esqueceu os principais elementos, principalmente o peão em d6 não aparece na posição, o cavalo das pretas que é fundamental botar não aparece.

Análise da Posição Original 2



Comentário do Expert:

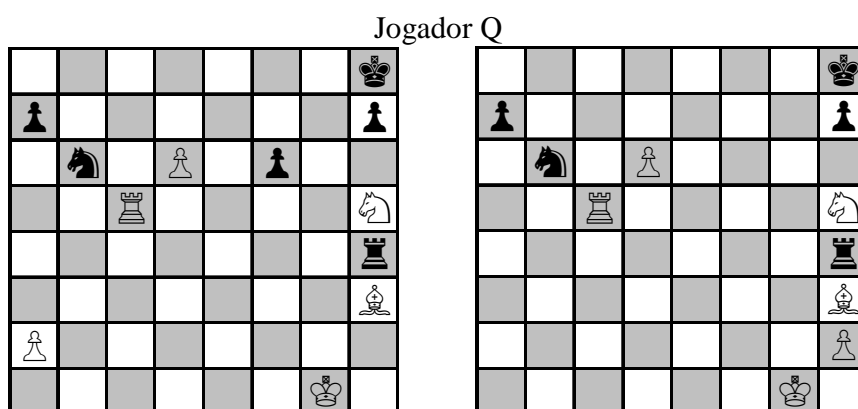
A posição 2... deixa ver o que eu poderia falar da essência aqui... essa é uma posição que já tem menos padrões assim para se reconhecer. (pausa) Em cinco segundos aqui, o que daria para perceber nesta posição é, bom, de novo eu acho que o importante é perceber o desequilíbrio material dessas posições, agora... – Onde tem as pressões?... É, exato, as peças que estão atacadas, e principalmente se alguém tem alguma peça a mais, esse tipo de coisa... isso seria a minha opinião, porque na verdade em cinco segundos a gente tenta tirar uma fotografia geral da posição para poder reproduzir. Essa aqui, por exemplo, eu acho que dificilmente um jogador mais forte teria algum erro nesta posição porque são poucas peças, e bom, quanto menos peças mais fácil fica essa reprodução. Existem algumas coisas que chamam atenção nesta posição... as brancas têm uma peça a mais, esse tipo de coisa. Então acho que nessas posições de poucas peças o que é fundamental é perceber o desequilíbrio material, quer dizer, se a pessoa monta essa posição e monta ela de uma tal forma que as brancas não têm uma peça a menos, a posição que ele monta é um erro gravíssimo, se ele bota um bispo das pretas a mais, por exemplo, esse tipo de

coisa. Eu acho que esse, meio essas posições de finais, que é o que eu estou vendo aqui, seria o mais importante, em uma fotografia dessas rápidas.

Obs. Poucas Peças

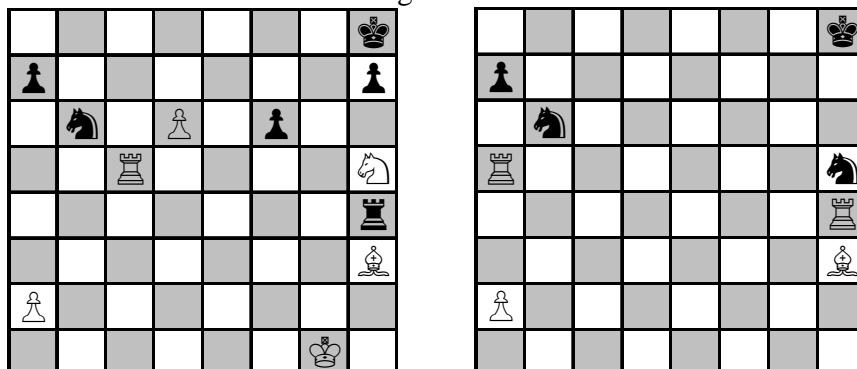
Importante: desequilíbrio material (branca com peças a mais)

Análise dos Erros da Posição 2



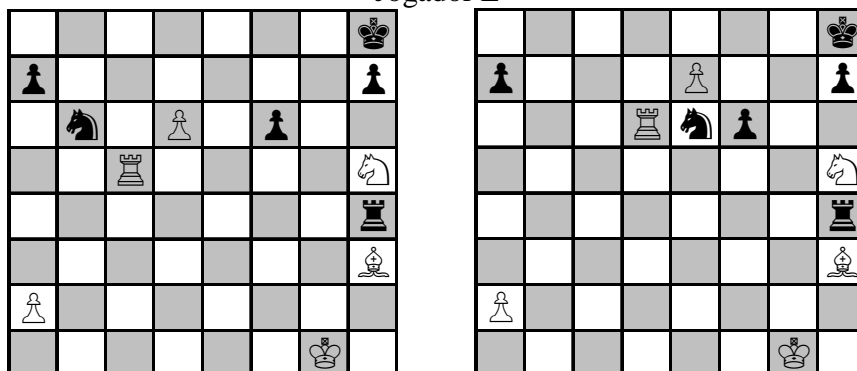
Q- O jogador Q a gente já vê que é um jogador de categoria, ele errou também, mas ele captou os elementos principais da posição. Note quando eu falei os elementos mais importantes de chamar atenção é a posição das peças mais importantes e justo o que ele errou foi a colocação dos peões, ele omitiu um peão preto em A6 e colocou um peão que estaria em A2 ele colocou em H2. Teve tecnicamente dois erros, mas a percepção dele da posição foi perfeita.

Jogador W



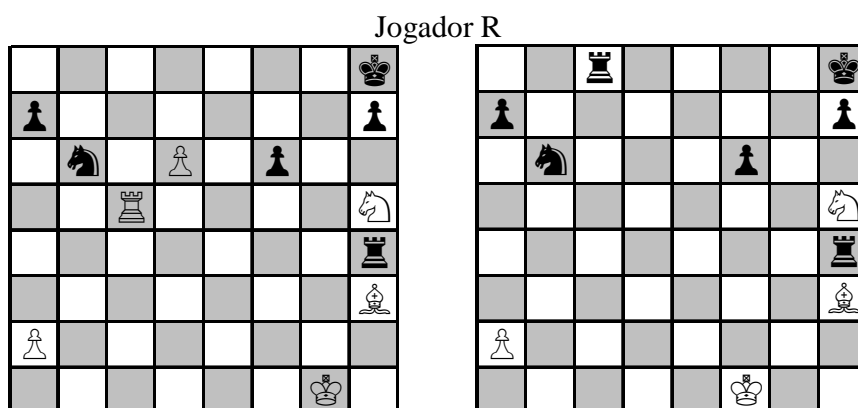
W- O W omitiu coisas importantes aqui, principalmente a questão do equilíbrio material, esse é um erro grave: você monta a posição, e equilíbrio material está totalmente diferente da posição original, note que aqui ele não colocou nenhuma torre das pretas, ele trocou o cavalo preto pelo cavalo branco, então ele praticamente não pegou nenhuma coisa essencial desta posição a não ser a posição do bispo e do rei preto.

Jogador E

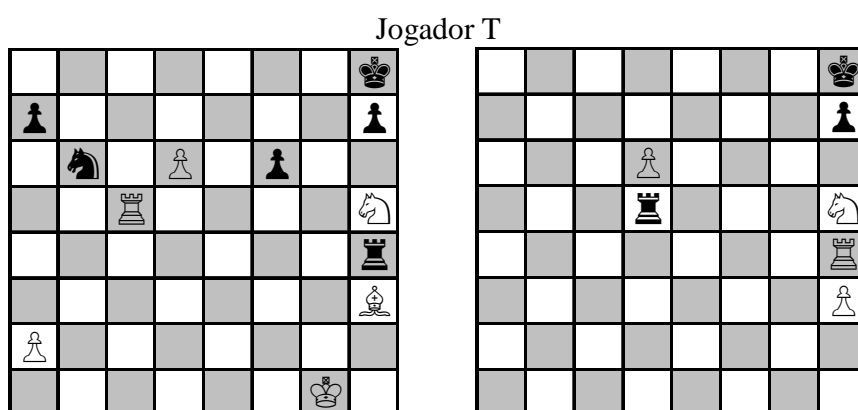


E- De novo... você note que este lado aqui do tabuleiro, da coluna R para cá, todo mundo esse padrão de observar o rei adversário inconsciente e aí ele errou o que estava para o outro lado, é interessante porque percebeu inclusive a questão do peão passado, e aí tentou montar meio aleatoriamente. Note que ele tinha percebido toda a questão do equilíbrio material, a mente dele conseguiu montar a perfeição do lado mais relevante do tabuleiro aqui que é onde encontram o rei das pretas, e ele percebeu exatamente qual que

era o equilíbrio material da posição, ele não errou absolutamente nada na questão material, mas ele só errou o posicionamento das peças especialmente no flanco da dama.

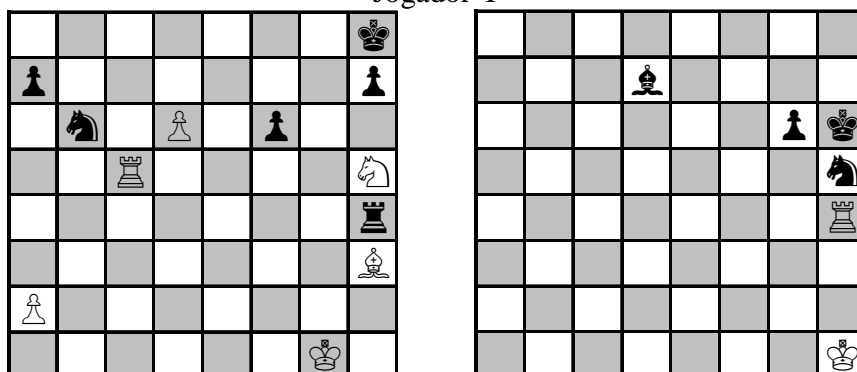


R- O R errou, é interessante, não foi mal não, ele pegou umas coisas bem relevantes da posição, ele errou a questão do material: trocou a posição, botou uma torre a mais nas pretas, mas você vê que a mente dele se concentrou nesse lado do tabuleiro, ele pegou isso aí, ele errou uma coisa irrelevante que é a posição do rei branco, mas ele só não conseguiu pegar esse outro lado aqui, aí ele confundiu o equilíbrio material, o peão, tudo isso.



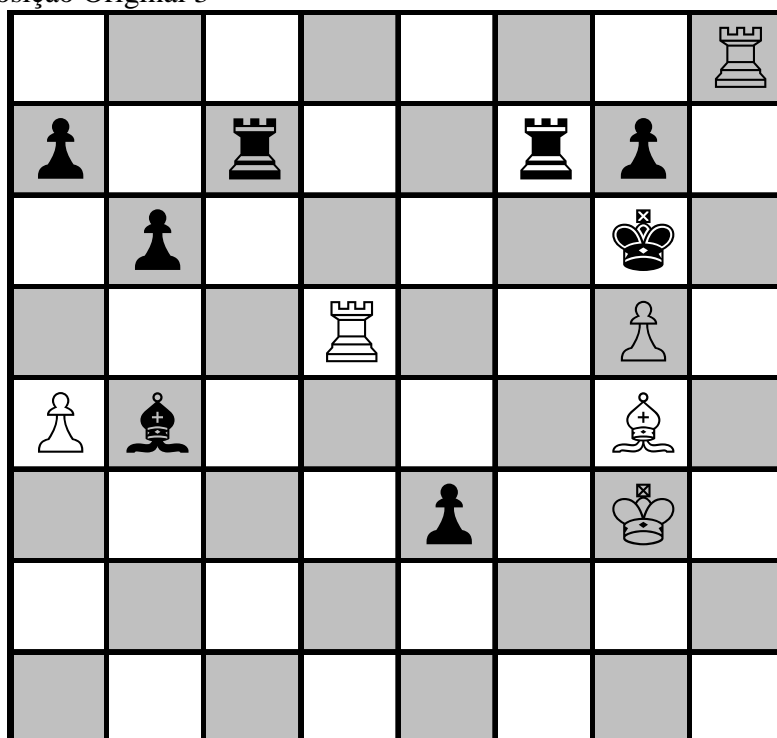
T- Esse aqui ele pegou a configuração das torres mais ou menos, mas ele omitiu a posição do cavalo das pretas, ele só conseguiu perceber mesmo a posição das torres e do rei. Está todo mundo quase acertando o posicionamento do rei adversário, um padrão assim do jogador de xadrez, mas não foi muito boa a atuação deste aqui.

Jogador Y



Y- O Y errou tudo praticamente, não tem absolutamente nada, e inclusive a posição do rei, o rei das pretas, eu acho interessante pois é uma situação que até agora todos acertaram e ele nem isso acertou.

Análise da Posição Original 3



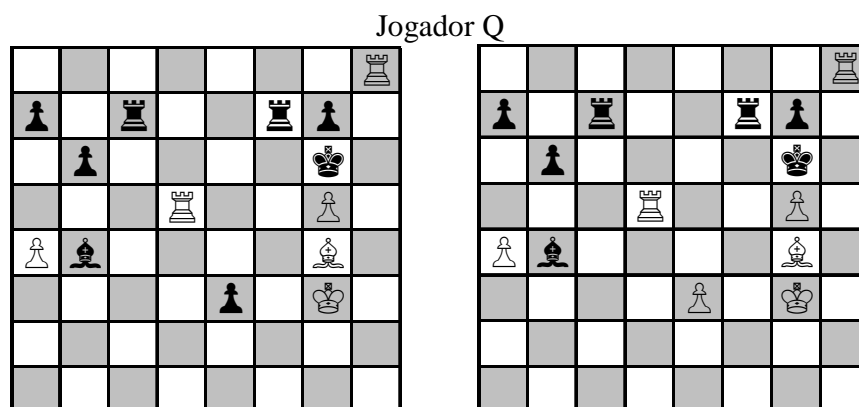
Comentário do Expert:

“A 3 também é uma posição de poucas peças e o que chama a atenção imediatamente é a colocação das peças brancas criando um tema de mate no rei das pretas. Assim que um grande mestre enxergaria a posição, então é isso que chama a atenção nesse caso, então é uma posição que o branco está prestes a dar um xeque-mate. Então nestas posições isto pode facilitar a montagem da posição.”

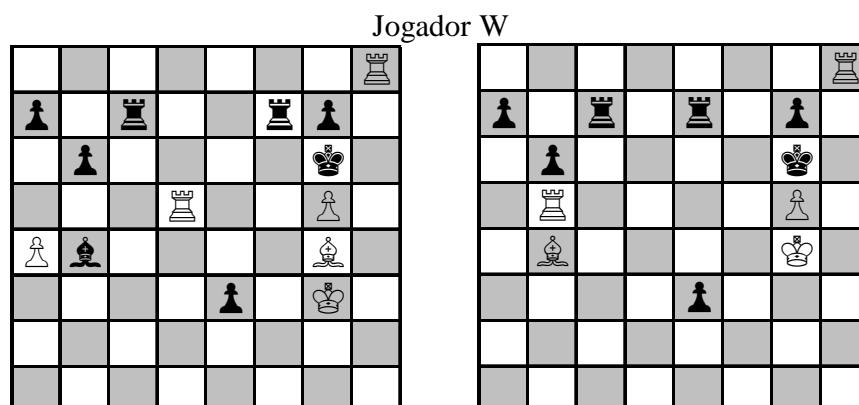
Obs.: poucas peças

Importante: o branco está prestes a dar um xeque-mate

Análise dos Erros da Posição 3

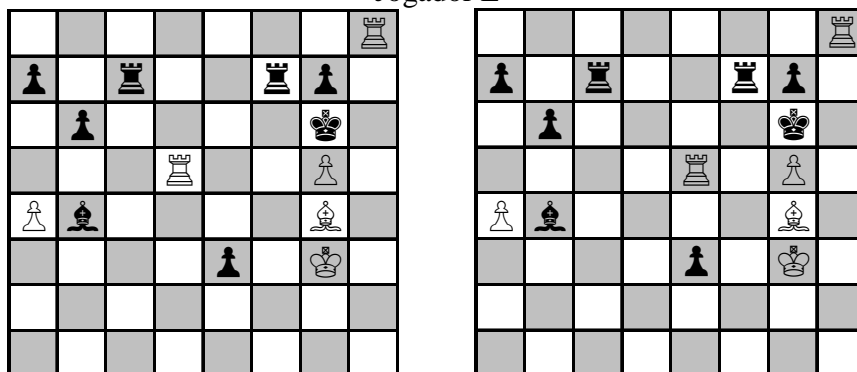


Q- O jogador Q só teve um erro, que é que ele colocou um peão branco na casa 3 ao invés de um peão preto, uma coisa totalmente irrelevante comparado com outra situação do tabuleiro que é posição... principalmente do rei das pretas num tema de mate, como a gente chama no jargão enxadrístico. Ele só errou mesmo o posicionamento de um peão totalmente irrelevante para o que é importante para a posição.



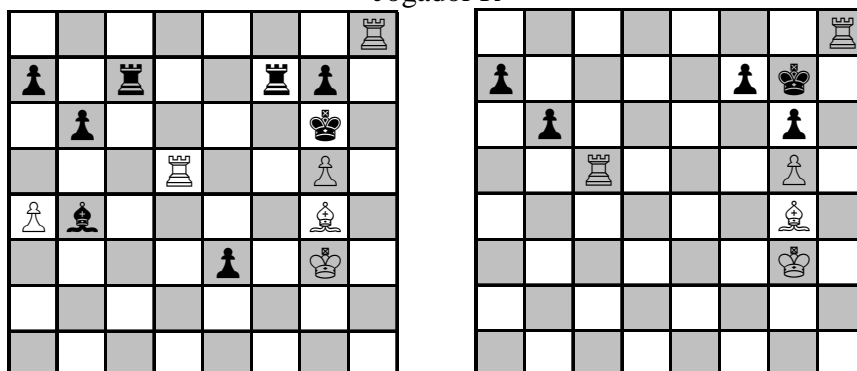
W- O W também não percebeu a situação do rei das pretas em mate, nada disso, percebeu algumas coisas da posição, mas não o mais importante.

Jogador E



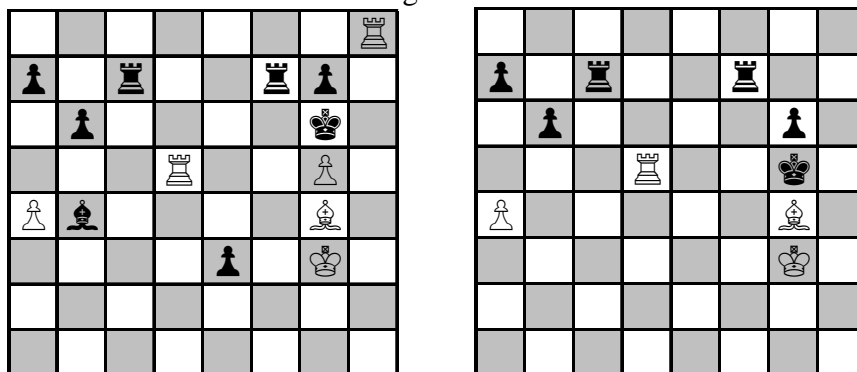
E- Esse aqui só errou a posição da torre, que não é muito importante... aliás não é nada importante... quase perfeito.

Jogador R

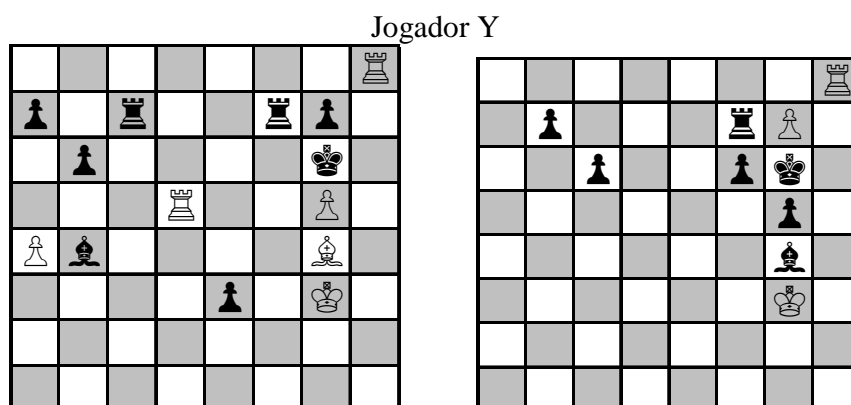


R- O R confundiu principalmente a posição do rei das pretas, que seria de fundamental importância, ele só pegou essa geometria aqui das peças brancas, mas ele não colocou o resto.

Jogador T

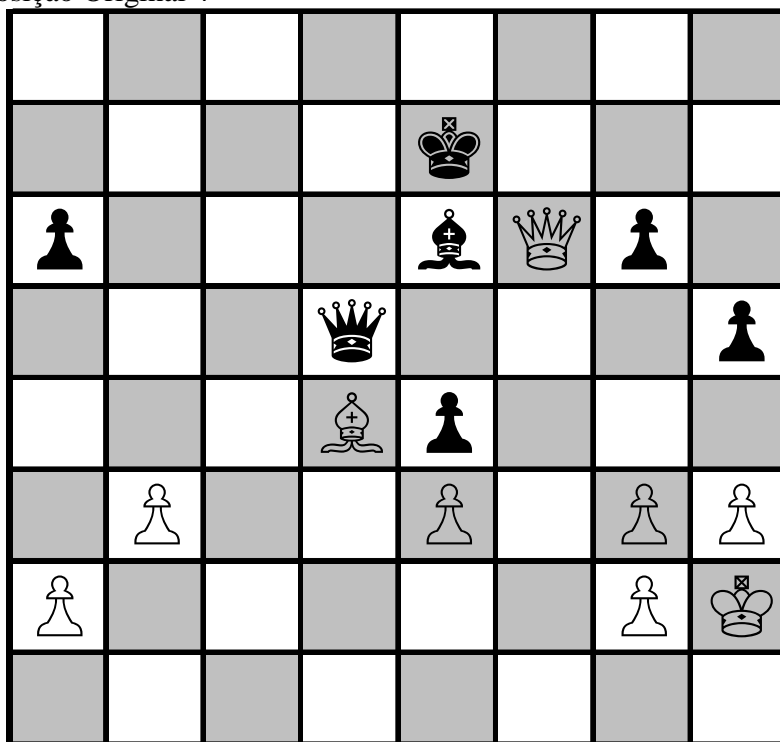


T- Esse aqui não apreendeu absolutamente nada do que é importante para a posição a não ser a posição do rei e do bispo aqui, e a posição estrutural.



Y- Esse aqui, o Y, barbarizou completamente aqui, porque ele só acertou a posição do rei das pretas... e a posição das torres foi a única coisa que ele conseguiu captar da posição, mas trocou totalmente o posicionamento das peças.

Análise da Posição Original 4



Comentário do Expert:

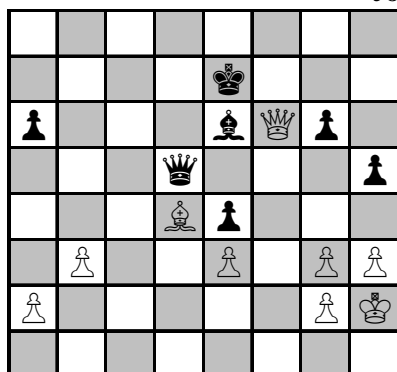
“A posição 4, de novo, o principal aqui é o posicionamento das peças pesadas. Peças pesadas eu digo a dama, neste caso, o bispo e o rei. E perceber que o rei preto está em xeque, então essa posição destas peças aqui é muito simples, qualquer jogador vai colocar sem erro. De novo o que vai complicar neste exercício, no caso da montagem dos peões, porque em cinco segundos é, francamente, me parece, não fiz o teste, mas me parece impossível você lembrar exatamente ou então todos os peões. Em cinco segundos a gente vai exatamente onde a ação está acontecendo, digamos assim que é aqui no centro do tabuleiro... a dama dando xeque, este tipo de coisa e essa visão periférica aqui dos peões, aqui como estão os peões me parece muito difícil de alguém acertar isso aí.”

Irrelevante: visão periférica dos peões

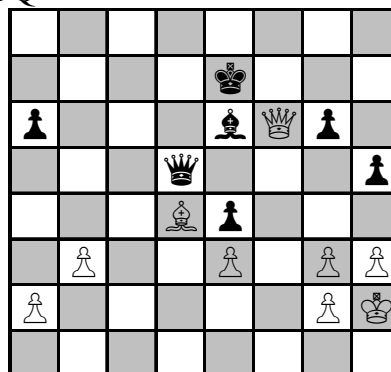
Importante: a ação no centro do tabuleiro, posicionamento das peças pesadas, rei preto em xeque, dama dando xeque.

Análise dos Erros da Posição 4

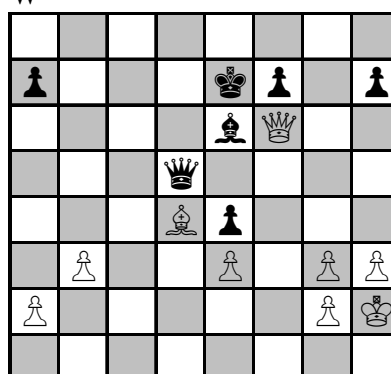
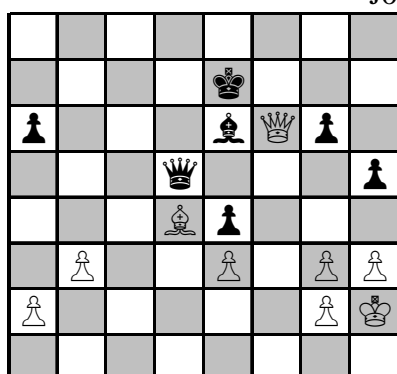
Jogador Q



Q- Jogador Q perfeito.

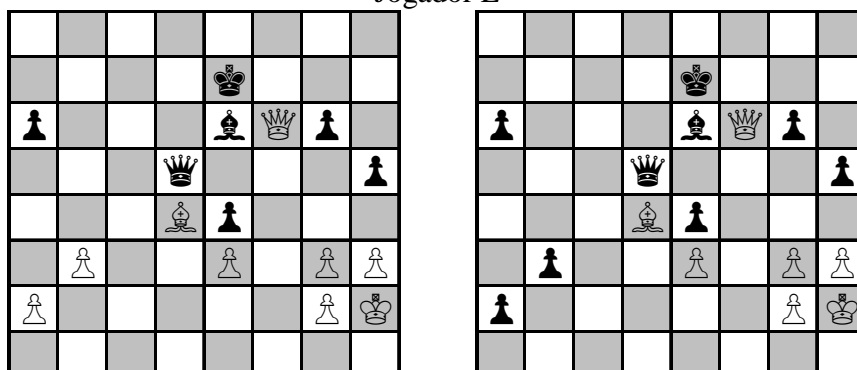


Jogador W



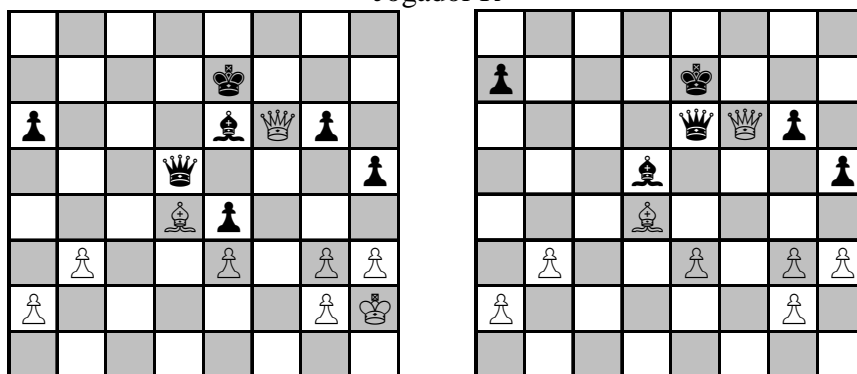
W- Este aqui foi muito bem também, ele acertou todos os elementos principais desta posição e errou só uma coisa que realmente é muito fácil de errar, que é a posição dos peões. A questão das estruturas de peões que é uma coisa que não importa muito aqui, eu já esperava mesmo erros como este quando o peão das pretas em A7 ao invés de A6 a estrutura aqui, mas todos os elementos importantes da posição ele reconheceu.

Jogador E



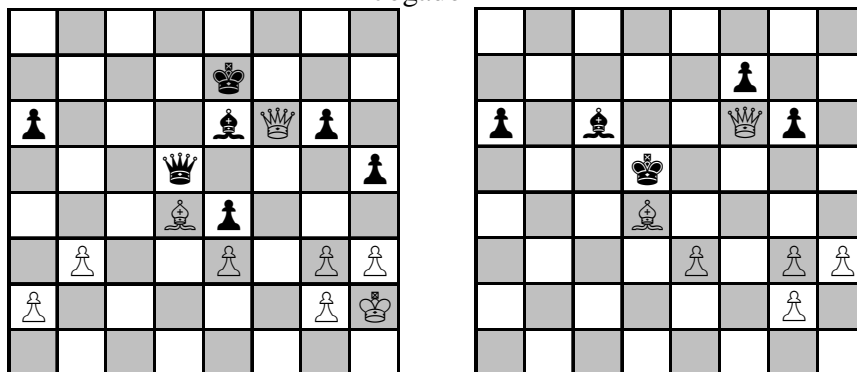
E- Mais um que, tirando o fato dele ter invertido a cor dos peões, fez tudo certo.

Jogador R

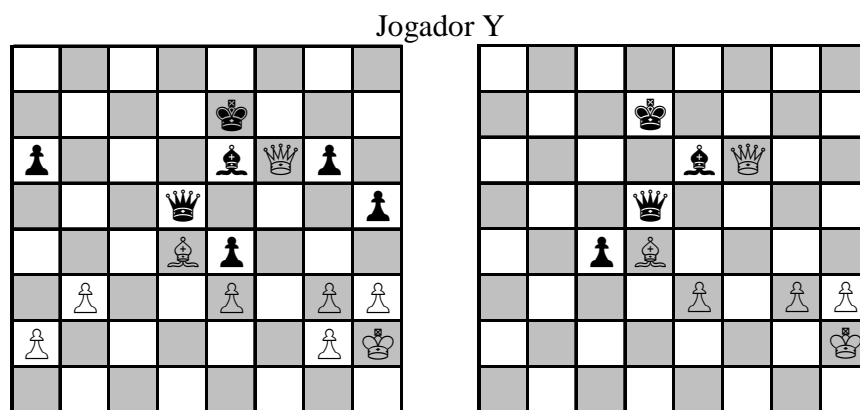


R- Mais um, ele inverteu a posição da dama e do bispo que é um erro importante, mas não é uma coisa grave, ele pegou bem a essência da posição, ele foi bem apesar de... eu não entendi, ele não colocou o rei das brancas eu não sei por que ele não colocou isso... mas a configuração das peças foi bem.

Jogador T

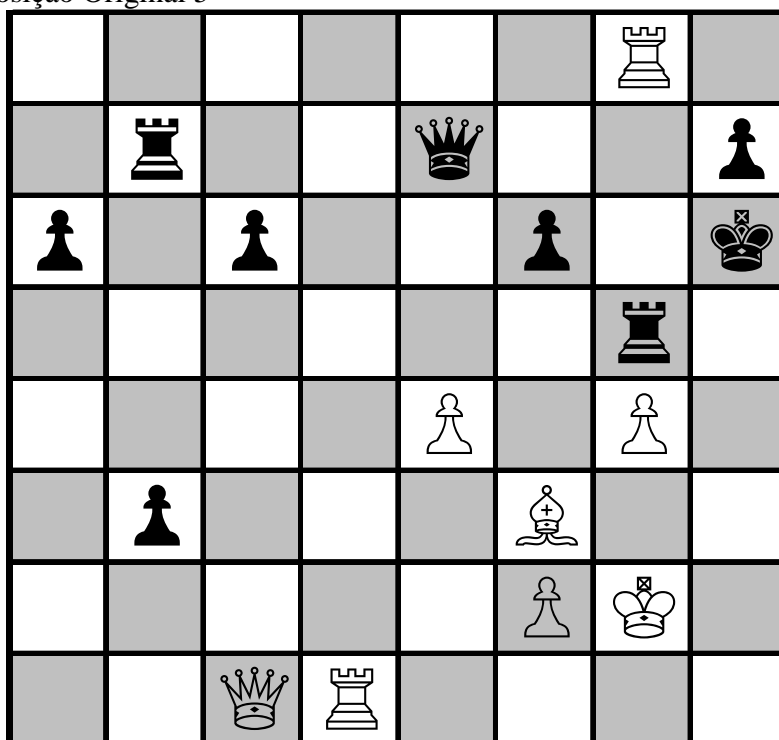


T- O jogador T acertou a estrutura de peões das brancas no flanco do rei, e a posição do bispo e da dama que é uma coisa que realmente chama muita atenção nesta posição, mas não conseguiu perceber a colocação das outras peças.



Y- Este aqui também percebeu algum detalhe importante da posição, você note que toda a posição das peças assim, ele acertou quase toda não percebeu que o rei estava em xeque só. Mas ele acertou bem essa posição, como eu falei, a questão dos peões especificadamente é muito difícil de lembrar, num tempo muito curto como cinco segundos, então ele errou totalmente quase a posição dos peões.

Análise da Posição Original 5



Comentário do Expert:

“Essa já começa o complicar o teste, aparentemente... porque note esta posição, enquanto na posição 4, a relevância dela é exclusivamente no centro do tabuleiro, esta aqui já envolve o tabuleiro inteiro. Então de novo a relevância aqui são as peças pesadas, as torres e as damas e o fato do branco estar promovendo um ataque ao rei, as coisas que estão fora disto são difíceis de perceber; por exemplo, perceber em cinco segundos que as pretas têm um peão em A6 totalmente deslocado seria difícil as posições especialmente no flanco dama seria difícil de visualizar aqui, porque em cinco segundos a gente vai direto no ataque ao rei das pretas. Acho que todo enxadrista tem, pelo menos eu acredito que seja assim, a gente olha a posição e vai direto no rei, na posição dos reis. Especialmente do rei das pretas, neste caso, que está sofrendo um ataque, então aí seria mais difícil de perceber as coisas que estão acontecendo longe disso.”

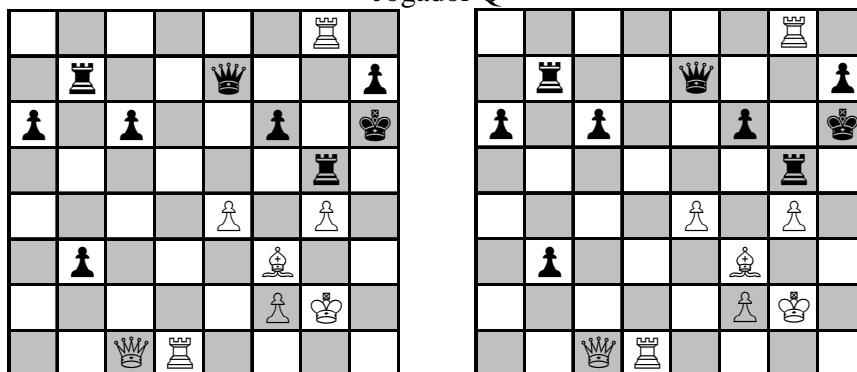
Obs. Envolve o tabuleiro inteiro.

Irrelevante: peão em A6.

Importante: peças pesadas, especialmente rei das pretas que está sofrendo ataque.

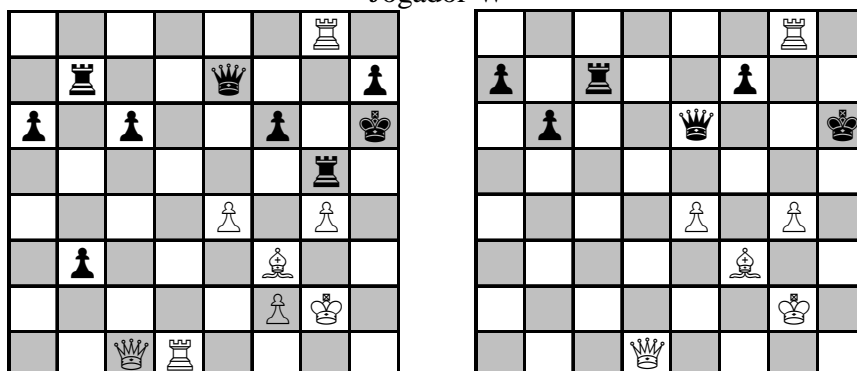
Análise dos Erros da Posição 5

Jogador Q



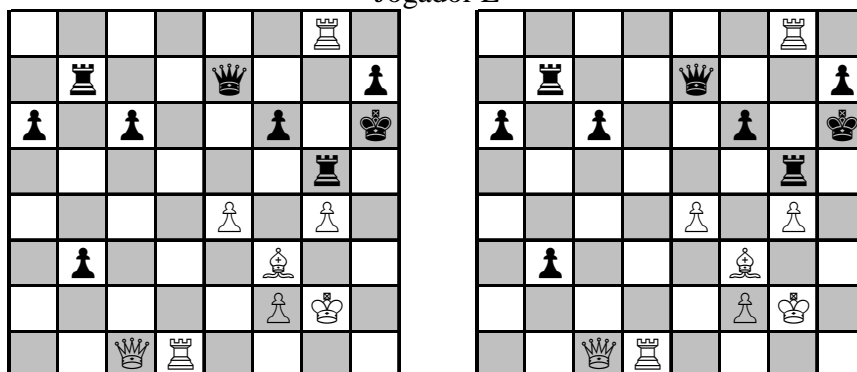
Q- Jogador Q perfeito.

Jogador W



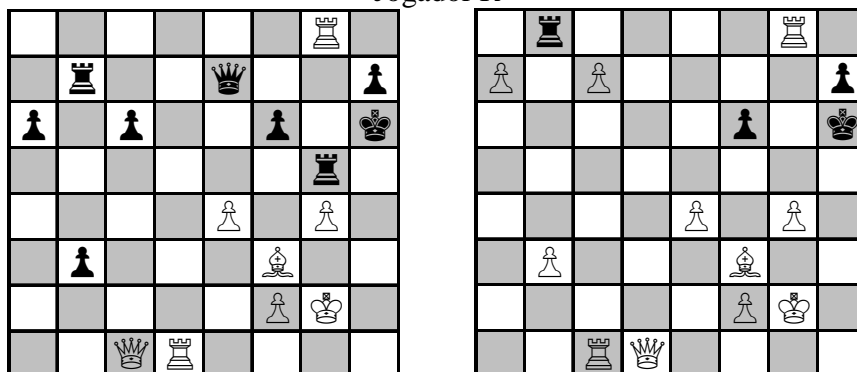
W- Jogador W também acertou algumas posições de peças aleatórias, acertou a posição do rei que é uma coisa que sempre acho importante, mas de resto acertou a posição de uma torre só. Mas não captou muito bem a posição também.

Jogador E



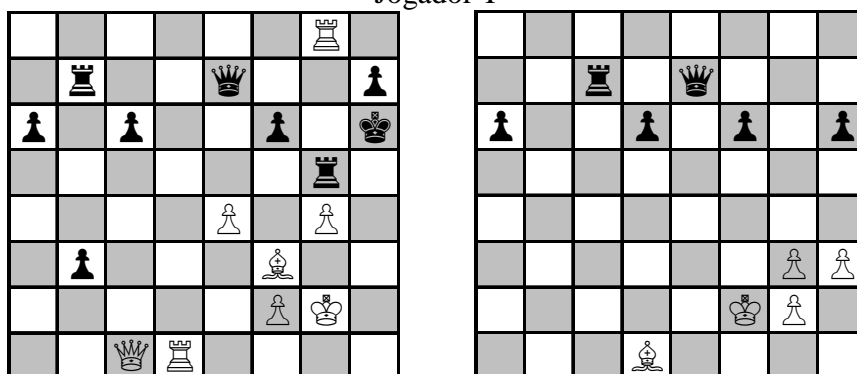
E- O jogador E perfeito.

Jogador R



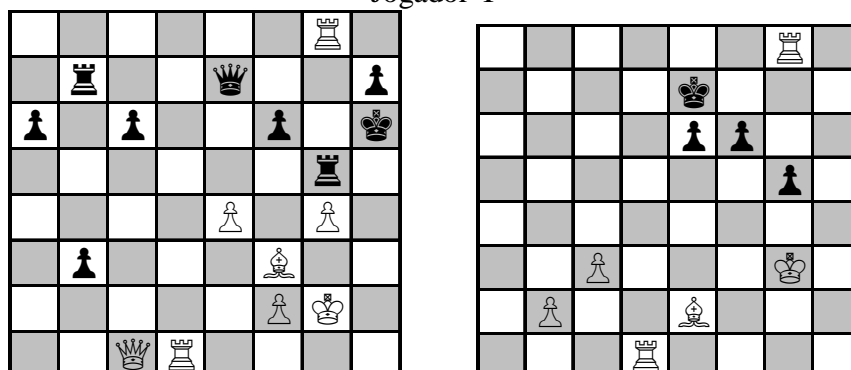
R-O jogador R já com alguns erros, principalmente uma coisa mais irrelevante na posição que é a posição dos peões, da torre aqui das peças do flanco dama... e tudo bem, ele se esqueceu da posição da dama preta, mas ele foi bem na posição porque ele notou umas algumas coisas importantes, ele lembrou de toda a situação no flanco rei praticamente, ele omitiu uma torre, mas considerando a dificuldade desta posição ele foi bem, porque ele captou a posição, ele errou também o posicionamento da dama e da torre, mas você percebe que ele entendeu mais ou menos o fundamental da posição apesar de ter omitido e trocado algumas posições de peças.

Jogador T



T- O jogador T acertou só algumas coisas aleatórias no posicionamento dos peões das pretas, praticamente um zero para ele aqui.

Jogador Y

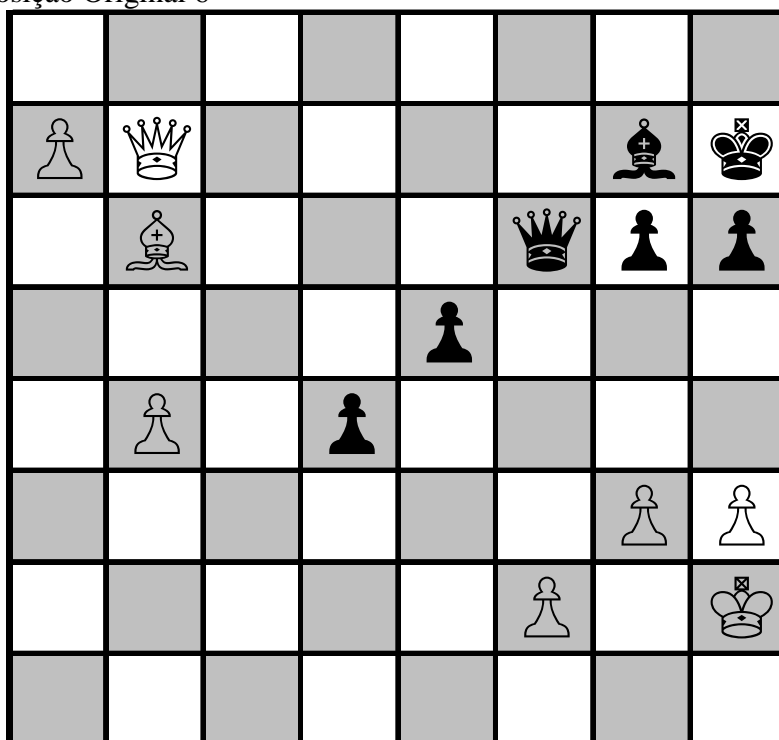


Y- Esse aqui absolutamente nada. O que ele colocou aqui não lembra em nada a posição original, o jogador Y.

Impressões do G.M. Rafael Leitão logo após analisar os erros das cinco primeiras posições:

“Jogador Q e E me parecem fortes, ou pelo menos estão muito bem neste teste, e o jogador R, o que me parece interessante é que as posições que ele monta sempre tem erros assim. Se você for ver, tem muitos erros, as posições que ele monta, mas ele sempre pega a essência da posição, ele me parece uma mente que trabalha de um jeito mais artístico digamos assim, ele não se apegar a todos os detalhes, mas ele vai na essência do que a posição pede, é interessante o jeito que ele trabalha.”

Análise da Posição Original 6



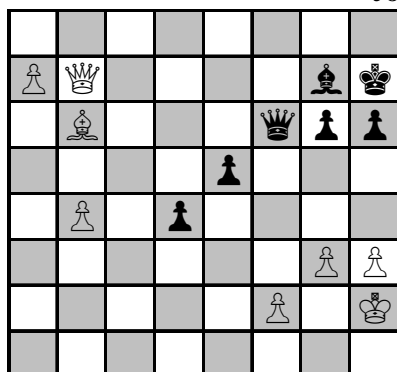
Comentário do Expert:

“Nesse caso aqui, a relevância é no flanco dama, uma posição que o branco está quase fazendo dama aqui em A8, então é uma posição que a gente olha e já vê esse tema de promoção aqui desse lado. Inclusive o enxadrista vê aqui... e a tendência é ficar pensando como que o preto vai tentar escapar desta posição, coisas que são irrelevantes talvez neste caso do teste de 5 segundos... mas... O que a gente percebe aqui é essa posição do flanco dama, o peão branco muito avançado, então talvez tenham alguns erros deste outro lado aqui, nesta posição.”

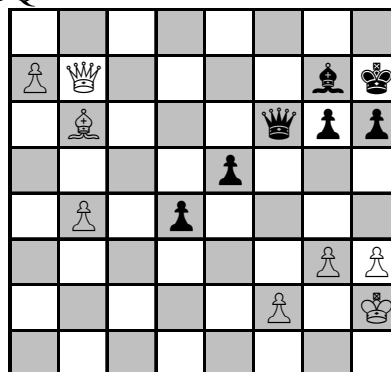
Importante: promoção (branco quase fazendo dama).

Análise dos Erros da Posição 6

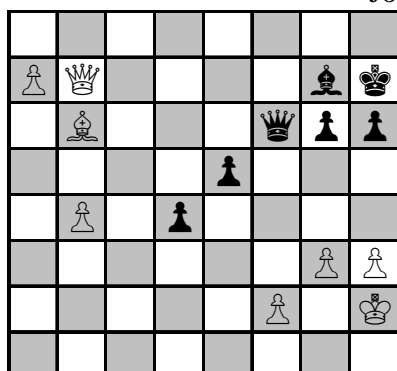
Jogador Q



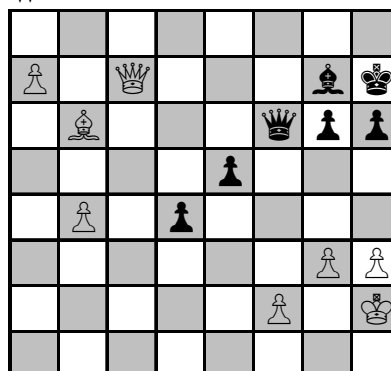
Q- Jogador Q acertou totalmente.



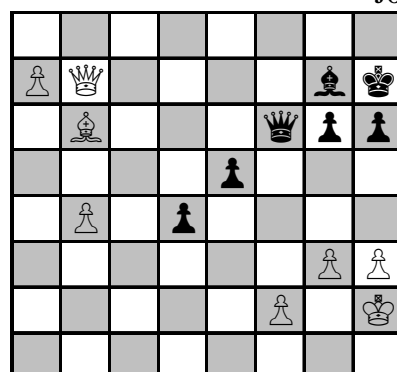
Jogador W



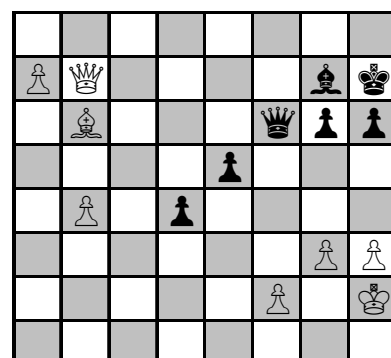
W- Esse aqui só errou a posição da dama branca, botou em c7 quando era em b7, mas quase perfeito.



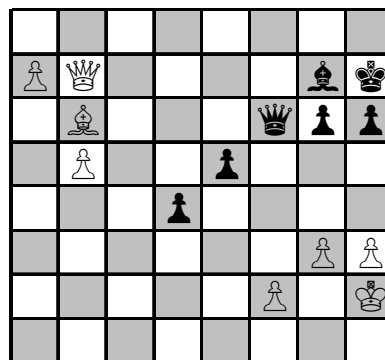
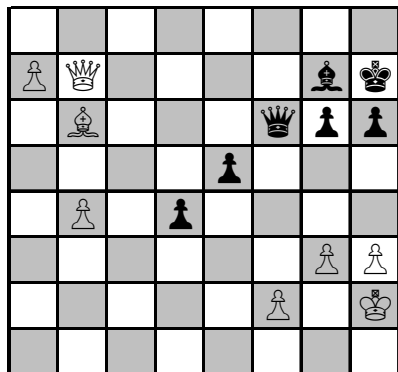
Jogador E



E- Jogador E perfeito.

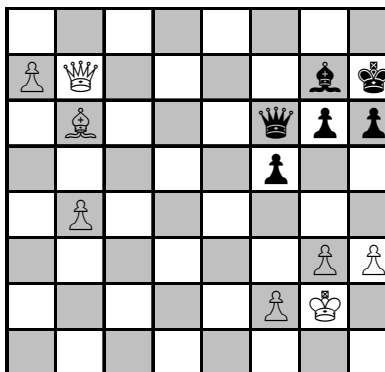
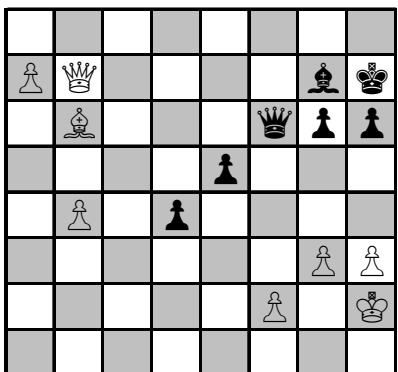


Jogador R



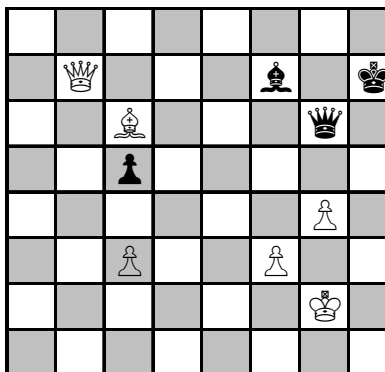
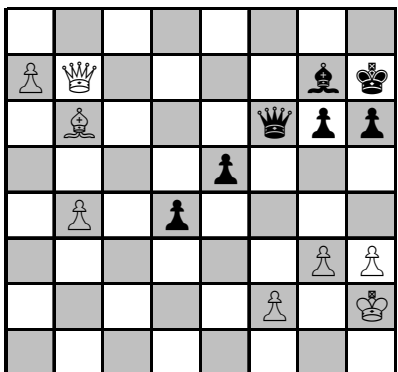
R- Quase perfeito o R, ele só trocou, colocou o peão branco em b5 quando está em b4.

Jogador T



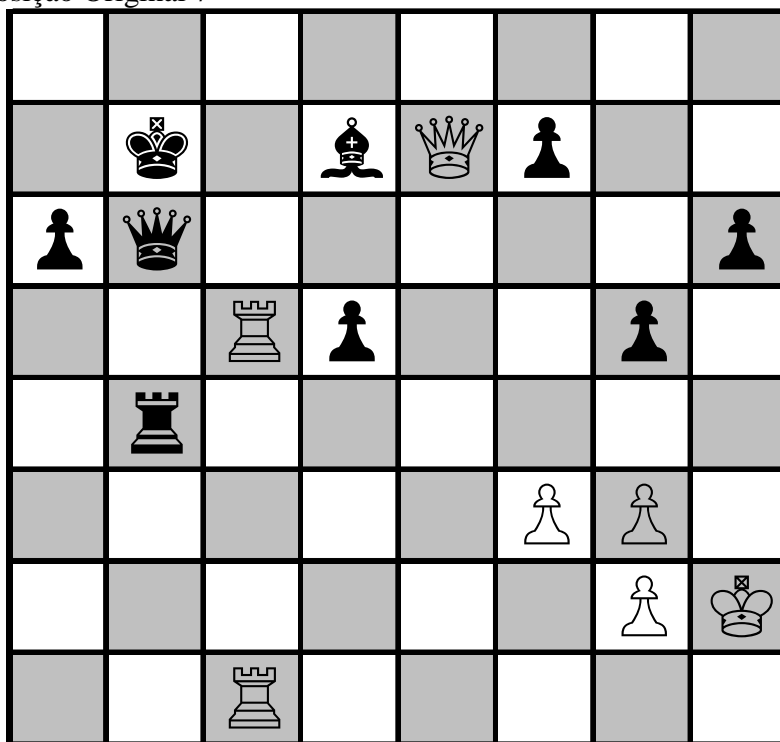
T- Jogador T me surpreendeu porque foi bem agora neste teste, ele captou o principal: as peças das brancas no flanco dama que ele acertou, acertou também a configuração básica das peças pretas no flanco rei, e errou pequenos detalhes como posicionamento de peão, posicionamento do rei das brancas, mas foi muito bem neste aqui.

Jogador Y



Y- O que ele mostrou aqui não lembra em nada, a gente precisa esforçar muito para tentar ver alguma relação da posição que ele montou com a posição que estava aqui no tabuleiro, a posição original.

Análise da Posição Original 7



Comentário do Expert:

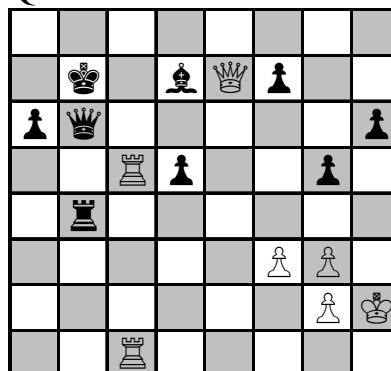
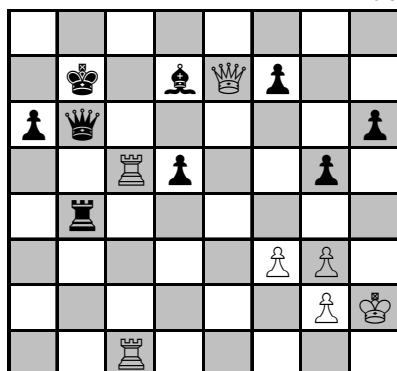
“Bom de novo, posição de ataque ao rei... digamos, a posição totalmente concentrada aqui no flanco da dama. Diria que a posição da dama branca para a esquerda seria o flanco da dama, então diria que da posição da dama branca para a esquerda seria muito difícil ter um erro aqui, porque a posição está totalmente concentrada nesse lado. Realmente o problema é o que é irrelevante na posição, que neste caso a posição do peão aqui ou aqui... ou o cara não botar este peão... essa posição aqui dos peões em volta do rei das brancas e tudo, quando a posição está na verdade acontecendo desse lado.”

Irrelevante: peões, peões em volta do rei das brancas.

Importante: flanco da dama (da dama branca para a esquerda).

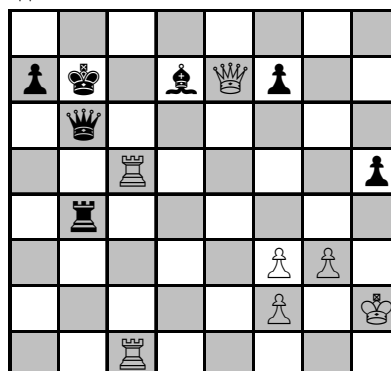
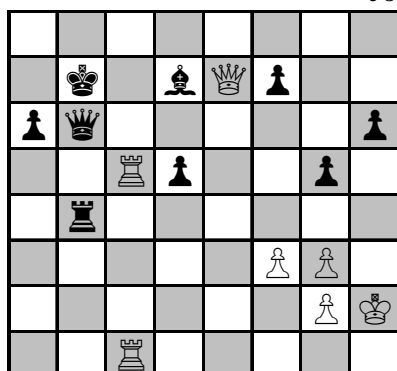
Análise dos Erros da Posição 7

Jogador Q



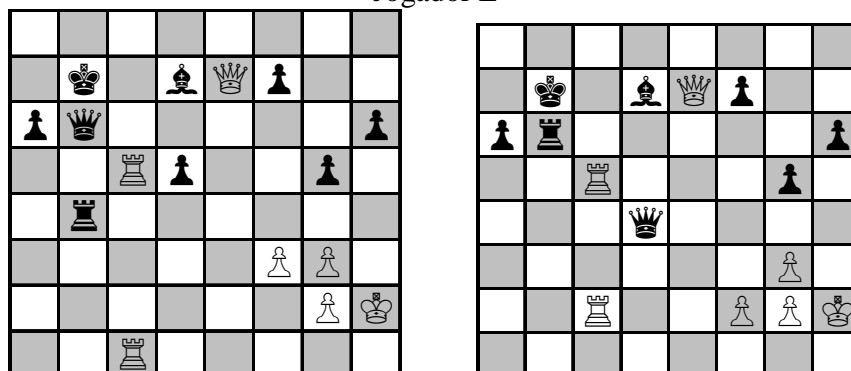
Q- Q Perfeito.

Jogador W



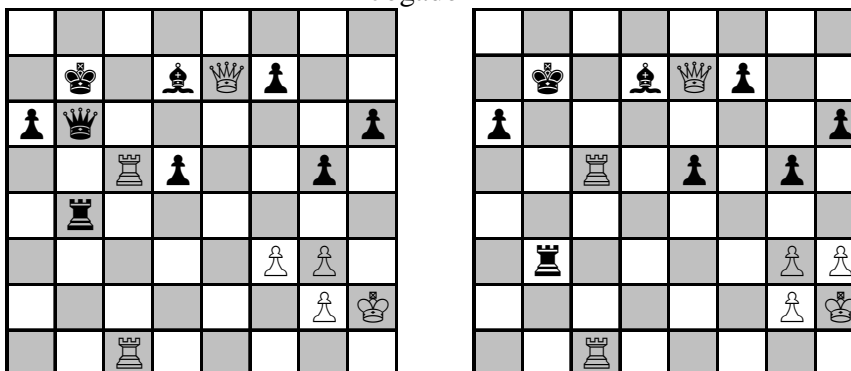
W- Percebeu os elementos principais da posição; na minha opinião, acho que ele colocou as damas... as peças pesadas do jeito correto, ele errou os detalhes da posição, que é o posicionamento dos peões, mas parece que ele pensou nesta posição como um enxadrista forte pensaria.

Jogador E



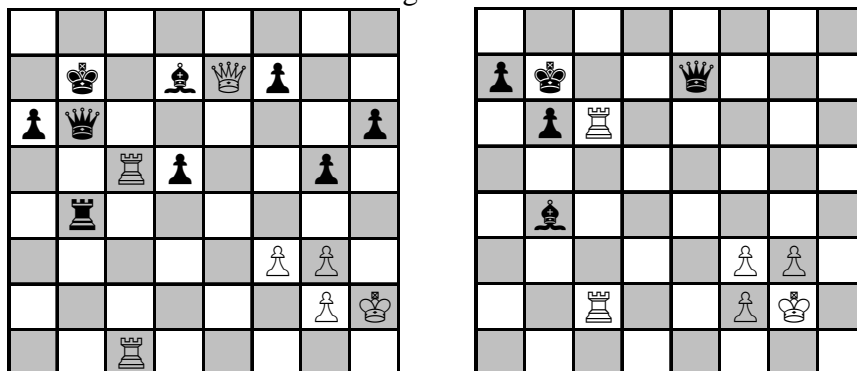
E- O jogador E foi bem também, ele pegou bem, por exemplo, uma coisa que eu dou muita importância que é o equilíbrio material, ele percebeu bem a questão do equilíbrio material, ele só trocou a posição da dama e da torre preta, ele não colocou bem, errou uma casa, esse que me parece um erro totalmente irrelevante, que é a torre em c2 e não em c1, e o posicionamento dos peões do flanco rei, também é praticamente irrelevante, e ele percebeu bem o material e errou só as posições das peças aqui no flanco dama... isso seria mais grave, colocar o erro da dama estar em d4 e não em b6 é um erro muito mais grave do que ele ter trocado a posição da torre na minha opinião.

Jogador R



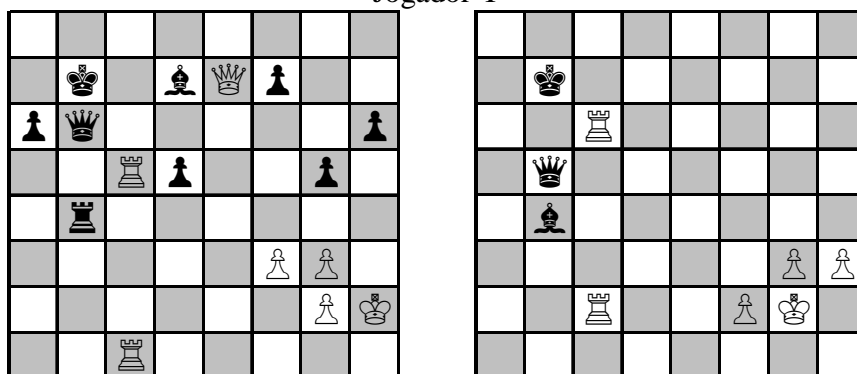
R- O R percebeu bem a posição das peças pesadas apesar de que ele omitiu a dama preta, o erro dele não teria muita relevância. Por exemplo, a questão da torre em b3 não em b4, o peão em e5 e não em d5. Se ele tivesse colocado a dama preta, mas ele omitiu a dama preta, e isso foi um erro grave, foi o único erro grave dele nesta posição.

Jogador T



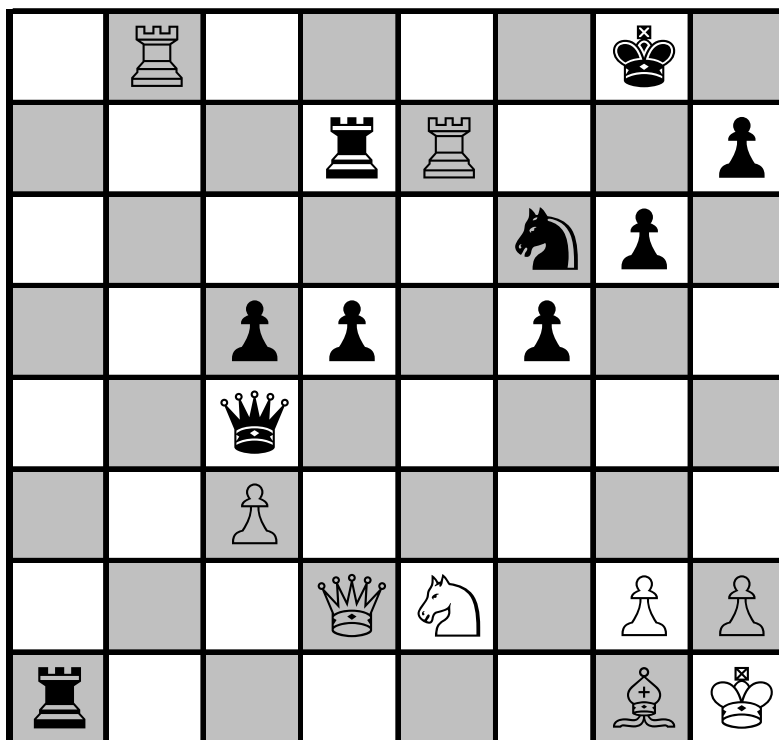
T- A única coisa que ele se lembrou é que existe um peão dobrado das brancas no flanco rei e que existiam torres na mesma coluna.

Jogador Y



Y- Só colocou, a única coisa, a posição das torres dobradas, do rei em C preto, mas não captou nada da posição.

Análise da Posição Original 8



Comentário do Expert:

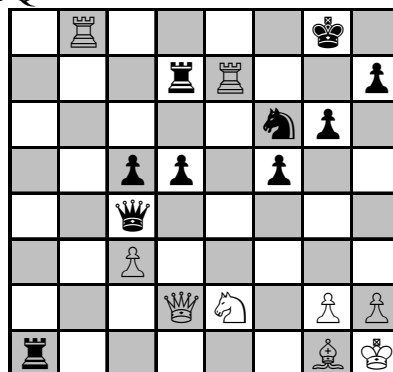
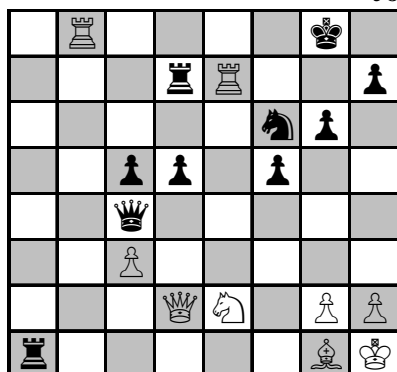
“Esta já é outra posição muito mais complicada, porque esta posição onde o tabuleiro todo tem importância para a posição. Então, bom, obviamente o que se percebe é que as pretas estão tomando um xeque-mate, pra quase. Então diria que o importante são essas três últimas filas aqui. Em cinco segundos pelo menos para mente de um enxadrista mesmo, o que acontece atrás destas três filas é totalmente irrelevante nesta posição, para um jogador de xadrez que não esteja simplesmente interessado em reproduzir a posição porque a partida aqui acabou, quer dizer, uma partida de xadrez oficialmente acabou aqui, devido ao que está acontecendo aqui em cima, então a reprodução aqui em cima é muito fácil, eu digo importante. Aqui para trás como é o caso de, no caso de uma partida de xadrez, seria inútil, me parece difícil de reproduzir essa posição aqui.”

Irrelevante: resto do tabuleiro.

Importante: xeque-mate das pretas, três últimas filas.

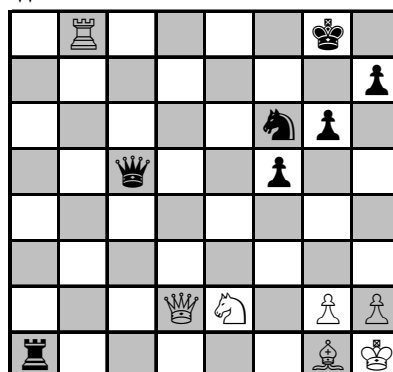
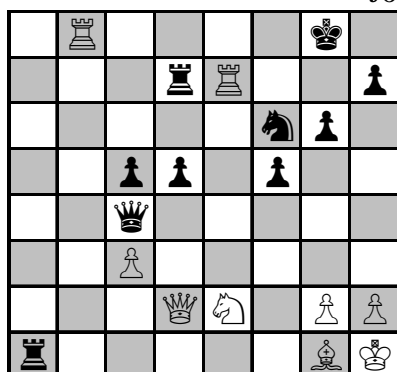
Análise dos Erros da Posição 8

Jogador Q



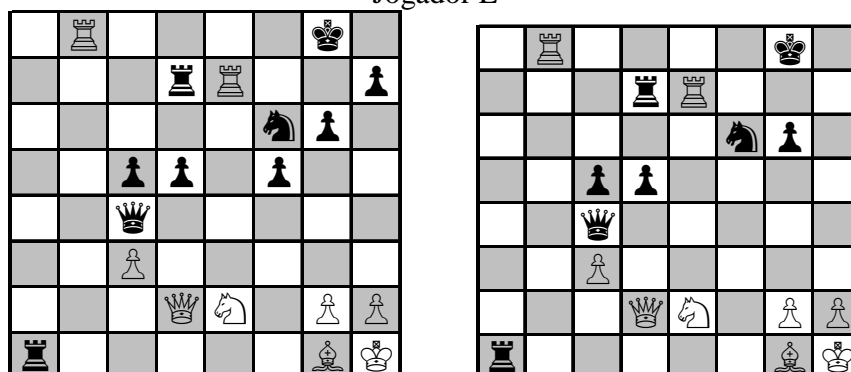
Q- Perfeito.

Jogador W



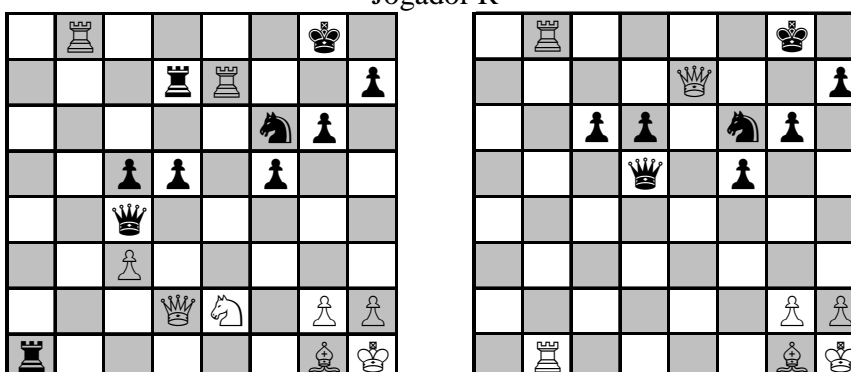
W- O W dentro da dificuldade da posição, ele cometeu vários erros, ele deixou de colocar muitas peças, mas ele foi bem nesta posição, apesar da quantidade de erros dele, porque ele pegou o essencial, note que as posições dos reis estão corretas, a posição das peças ao redor do rei estão corretas também. Ele só não lembrou alguns detalhes porque a posição envolve o tabuleiro todo, esta posição é muito difícil por causa disto, mas você vê que a mente dele deu relevância às coisas importantes, principalmente à posição dos dois reis, ele montou bem a posição, mas ele não conseguiu se lembrar do posicionamento de algumas peças.

Jogador E



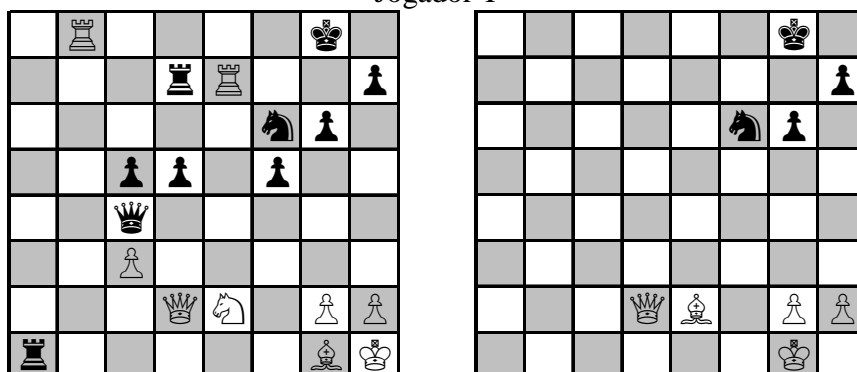
E- O E foi muito bem também, ele acertou todo o essencial, ele errou só... ele omitiu dois peões das pretas, só isso que ele errou, e todos os elementos importantes da posição ele pegou.

Jogador R



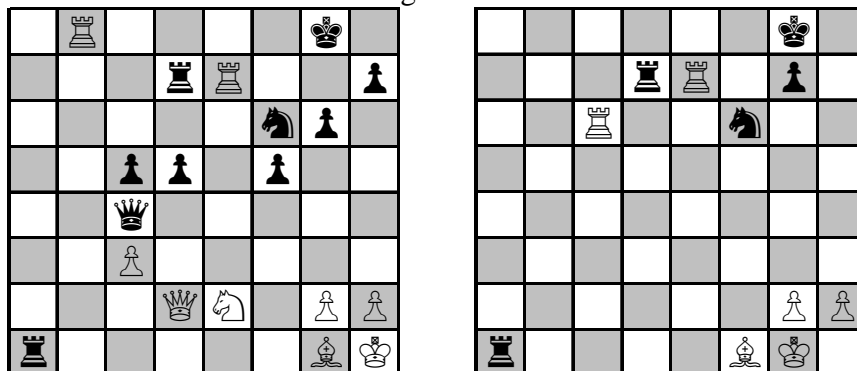
R- O R, como sempre, ele captou algumas coisas importantes da posição, que o rei preto está em xeque, questões estruturais, configuração aqui dos peões das pretas com o cavalo, e ele sabia que tinha alguma peça em e7 que ele achou que fosse uma dama quando na verdade é uma torre, ele pegou alguns elementos importantes da posição e se esqueceu de outros, por exemplo, a posição da torre preta em A1, que seria importante, a dama e o cavalo aqui, mas ele captou alguns elementos bem importantes da posição também, apesar dos erros.

Jogador T



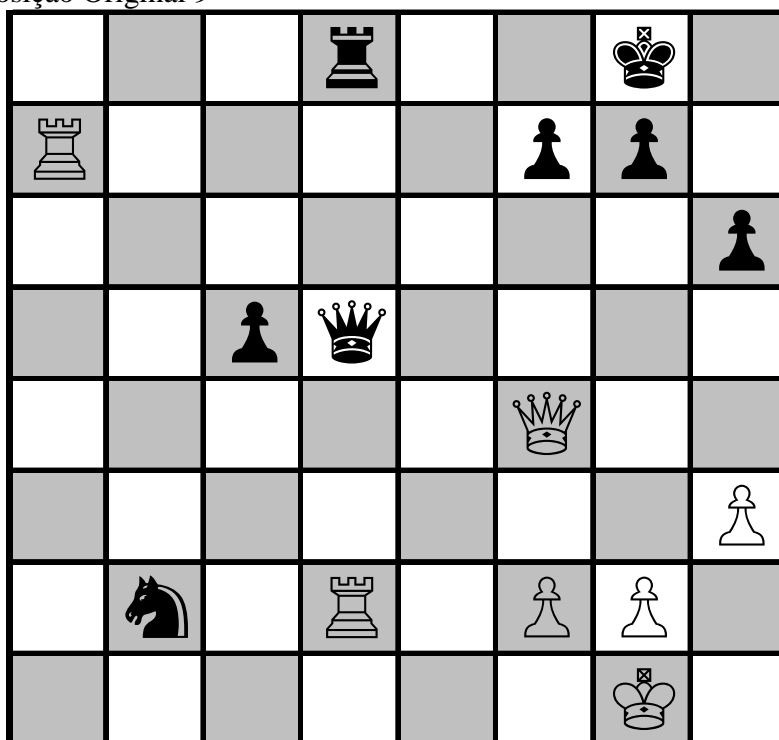
T- O T só a posição da estrutura de peões, e os reis... nem isso ele colocou certo.

Jogador Y



Y- O Y foi mal. Ele só lembrou algumas coisas aleatórias de estrutura de peões e da posição das torres, mas não pegou nada de essencial da posição.

Análise da Posição Original 9



Comentário do Expert:

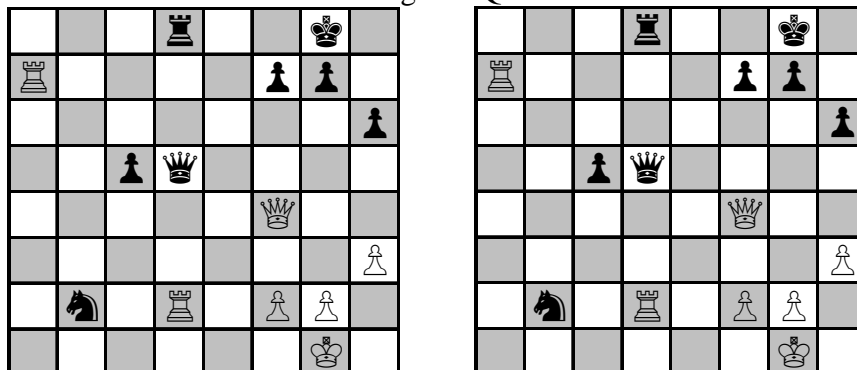
“É outra posição que o tabuleiro todo está envolvido, mas principalmente a posição das peças pesadas e eu diria que é fundamental gravar a posição das peças pesadas nesta posição: as duas torres e as damas porque elas que estão efetivamente fazendo alguma coisa nesta posição, ao contrário do cavalo das pretas que está fora de jogo aqui e parece ser irrelevante para essa posição. É até uma situação bem geométrica das torres e das damas, isto aqui que é fundamental nesta posição.”

Irrelevante: cavalo das pretas fora de jogo.

Importante: peças pesadas (duas torres e as damas).

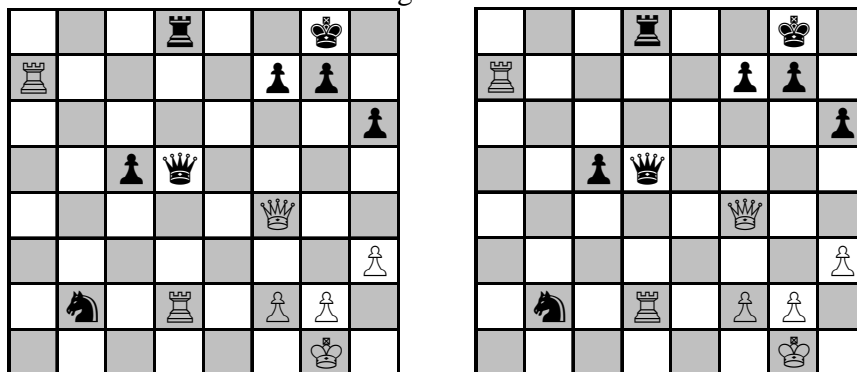
Análise dos Erros da Posição 9

Jogador Q



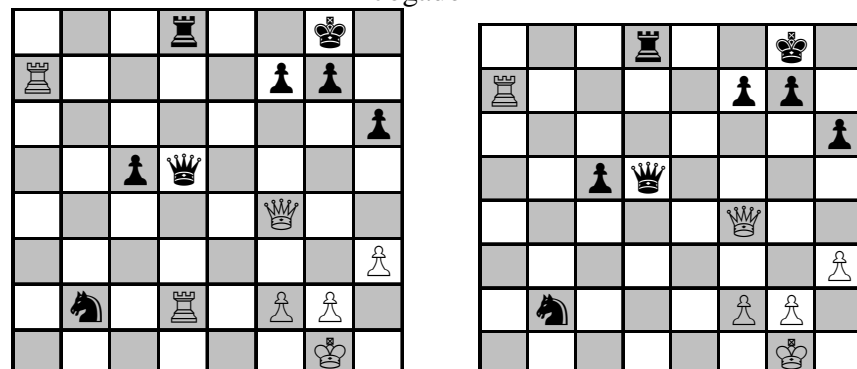
Q- Conforme esperado, Q acertou a posição completa.

Jogador W

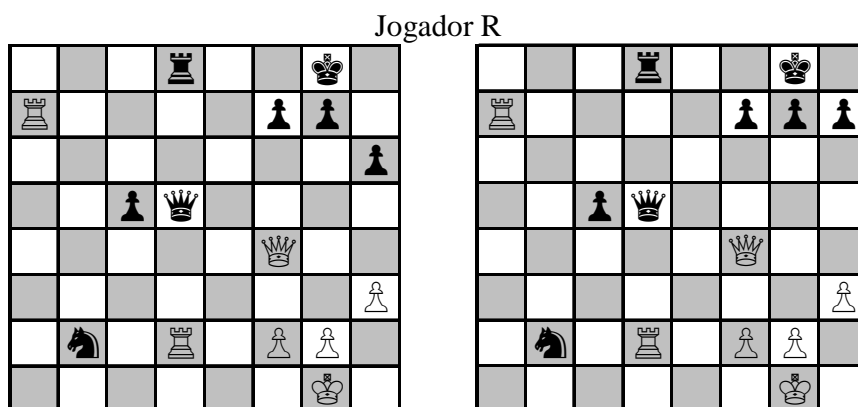


W- Acertou inteira a posição.

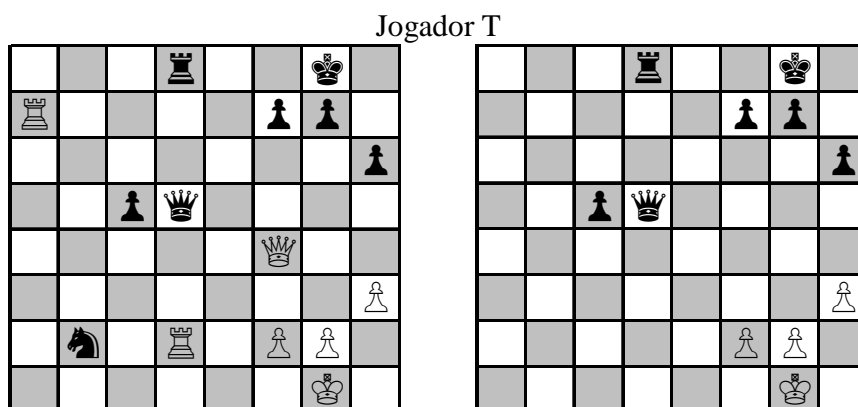
Jogador E



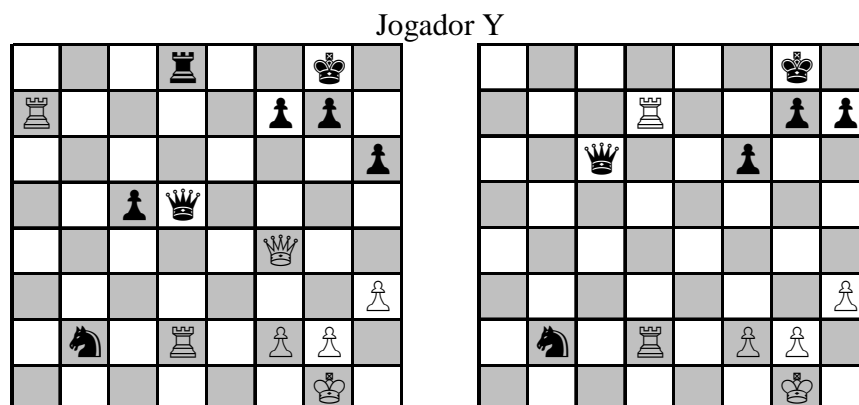
E- O E curiosamente esqueceu da torre branca em D2, que é fundamental para a posição, é um erro pequeno, mas se, por exemplo, tiver que medir o erro dele com o erro do R por exemplo, que só trocou a posição de um peão aqui do lado, esse erro muito mais grave, de ele não ter colocado essa torre aqui em d2.



R- O R matou esta posição, perfeito... ah não, ele trocou a posição do peão, seria um erro totalmente desculpável, ele somente errou a posição do peão aqui, mas de resto acertou tudo.



T- De novo, ele dá muita atenção à estrutura de peões, geralmente os acertos dele são as posições de peões, que é justamente o que eu acho que é irrelevante para posição, a maioria das pessoas que estão entendendo, que veem mais a essência das posições, justo o que elas erram é a questão da estrutura de peões que é o que elas prestam menos atenção, e aqui ele só acertou a estrutura de peões basicamente.

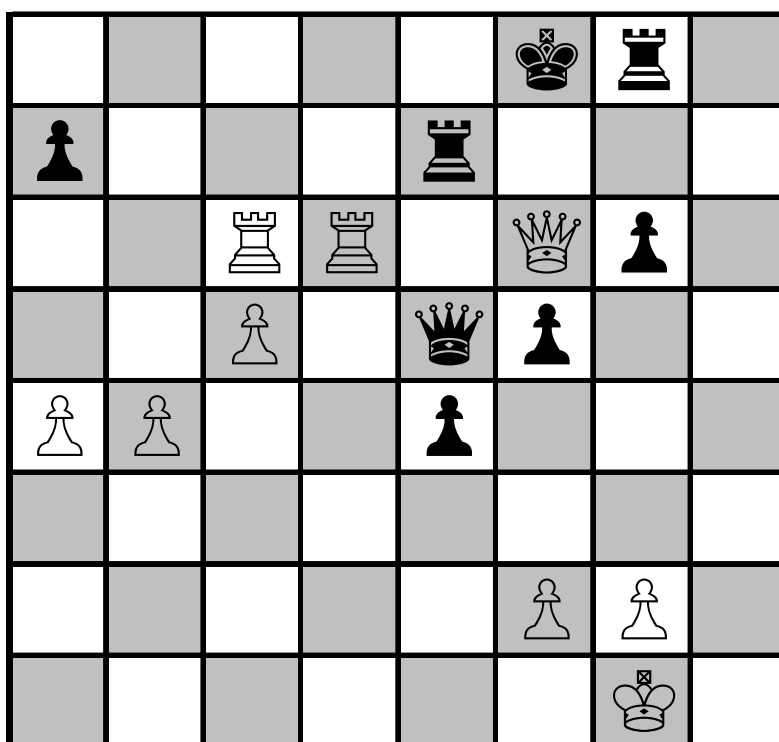


Y- Trocou o posicionamento, esqueceu... é fácil porque tem poucas peças e uma posição muito fácil de ser reconhecida por um jogador de xadrez. Cinco segundos é tempo mais do que suficiente para olhar e montar ela sem nenhum erro... o padrão desta posição se repete, o jogador de xadrez é muito difícil e mesmo num tempo muito curto, ele não calcular pelo menos alguma coisinha, então ele olha cinco segundos e ele percebe que existe lógica nesta posição, existe lógica no jeito que as brancas colocaram as suas peças, tudo isso... é uma posição que poderia lembrar uma partida totalmente, e ela tem poucas peças, e as peças estão próximas, estão centralizadas, então esta é uma posição que me parece fácil, eu acho que um grande mestre não comete erros nesta posição.

Impressões do GM Leitão sobre as diferenças de desempenho dos jogadores:

“Não sei ainda o resultado do teste, mas me parece que os jogadores mais fortes, eles dão menos importância para a posição dos peões, e mais importância para a posição das peças; alguns acertam assim mesmo, porque a questão da estrutura de peões é uma coisa fácil de ser reconhecida. Essa daqui é uma estrutura modelo numa partida de xadrez f7 e7 h6, f2 g2 h3, então é fácil, existem algumas outras posições que a gente viu que as posições dos peões estavam mais embaralhadas, e mais difíceis de lembrar, mas me parece que os jogadores mais fortes tendem a errar mais na questão dos peões onde peças que estão afastadas do centro da posição do que das peças em si. Por exemplo, essa de não colocar torre em d2 foi erro grave; me parece que alguns jogadores neste teste que me parecem jogadores mais fracos se atentam mais em gravar justamente a posição dos peões, e omitem a posição das peças mais relevantes.”

Análise da Posição Original 10



Comentário do Expert:

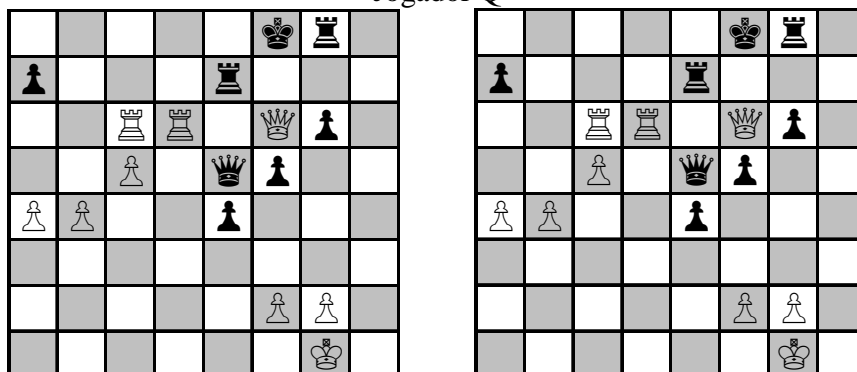
“A posição 10 me parece simples. O fato de que de novo a posição está concentrada em uma região específica do tabuleiro, que são o lado das pretas do tabuleiro. Então, de novo a posição relevante é a posição das peças pesadas e que muito provavelmente pode surgir um erro é na posição dos peões principalmente na posição dos peões das brancas que estão fora do contexto aqui, tem um de A4, tem um de A7. Na minha opinião essa configuração da estrutura de peões como os peões são peças que têm um valor menor no xadrez é muito fácil da gente desviar a atenção deles, então acredito que é possível ter erros neste caso, mas a configuração das peças pesadas dificilmente vai ter um erro, especialmente em uma posição dessa, porque chama muita atenção o fato das peças brancas estarem todas no ataque, este tipo de coisa.”

Irrelevante: peões, peões das brancas.

Importante: lados das pretas do tabuleiro, peças brancas no ataque.

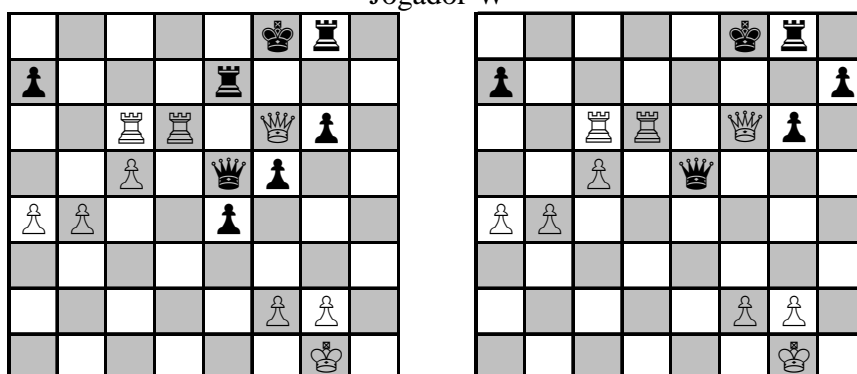
Análise dos Erros da Posição 10

Jogador Q



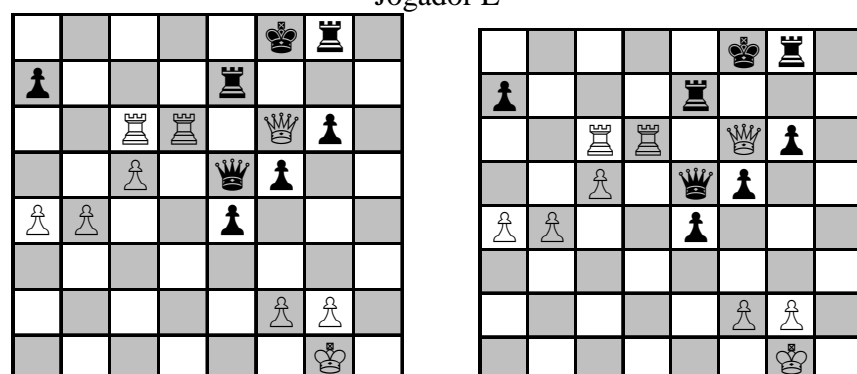
Q- Perfeito.

Jogador W



W- Pelo contrário, como falei, errou as posições dos peões e errou a posição das peças principais, errou uma torre, mais você note que as peças ele colocou certinho, só errou coisas mesmo da estrutura.

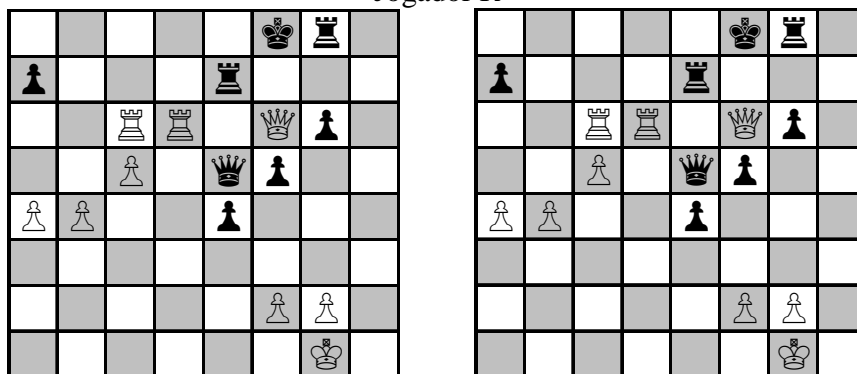
Jogador E



E- Ele colocou cavalos aqui... curioso... ele acertou a posição inteira, só que invés de colocar torres ele colocou cavalos, me parece um erro muito curioso também... note que

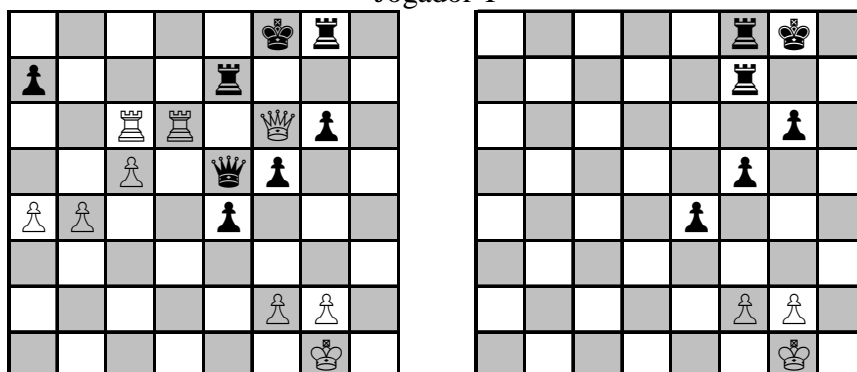
ele percebeu detalhes da posição, mas trocou as peças. Difícil até explicar por que ele fez isso⁹.

Jogador R



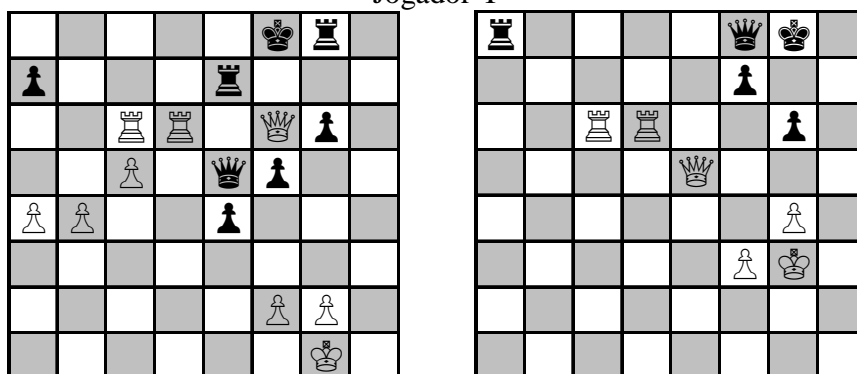
R- Acertou completo.

Jogador T



T- Seguindo minha teoria, só conseguiu reproduzir uma parte da estrutura de peões mais nada.

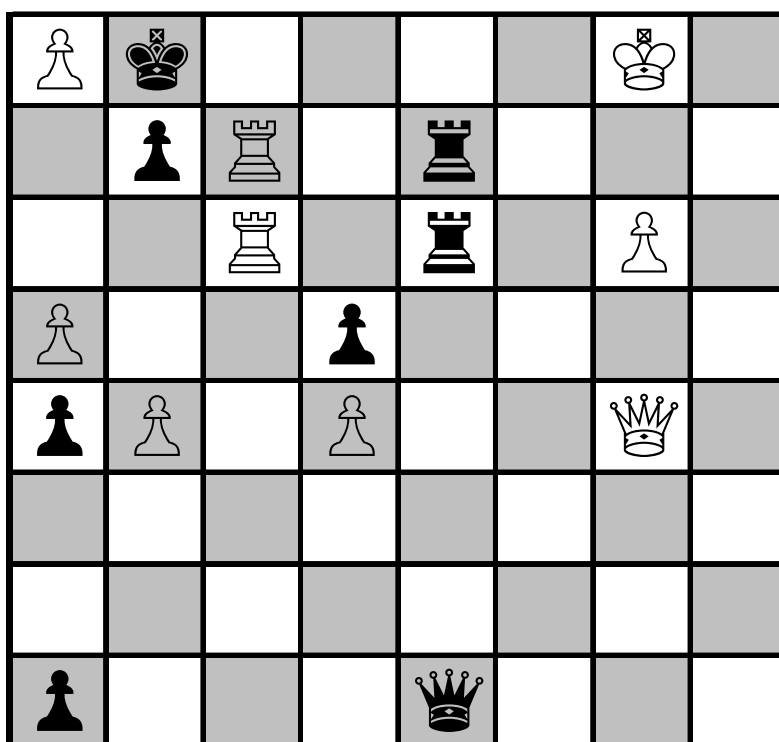
Jogador Y



Y- Só acertou que as torres estavam uma do lado da outra e errou o resto.

⁹ Houve um erro de digitalização do tabuleiuro reconstruído, substituindo torres por cavalos, o que ocasionou este erro. A posição aqui impressa é a reconstrução correta pelo sujeito E.

Análise da Posição Original 11- Aleatória



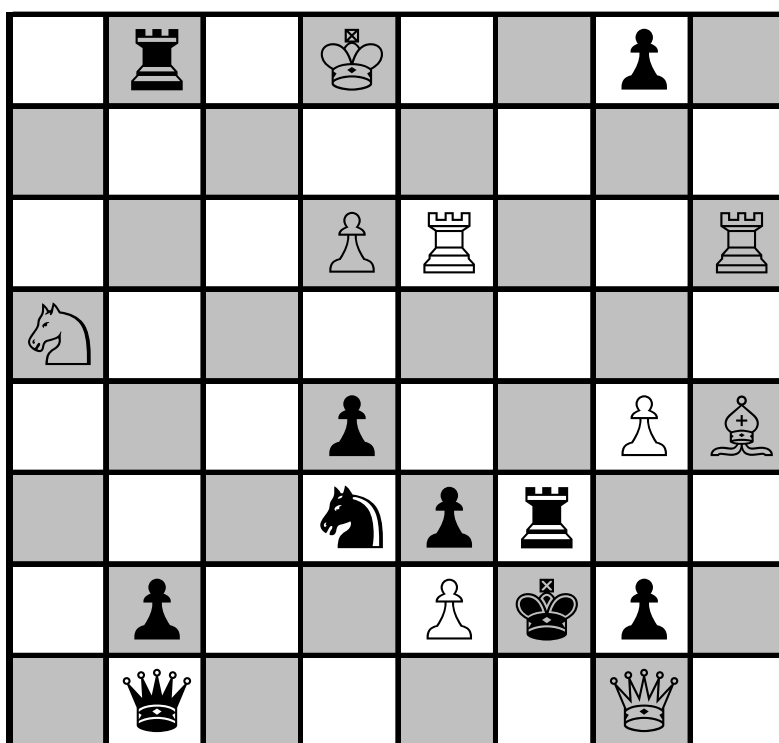
Comentário do Expert:

“É totalmente bizarro esta posição. O que chamaria minha atenção é só algumas coisas geométricas nesta posição, como a posição meio simétrica das torres e dos reis. Agora para um enxadrista, por exemplo, é totalmente absurdo ter um peão na última fila, porque o peão quando você chega na última fila a gente pede outra peça. Então isso seria difícil de... mas existe uma certa configuração geométrica aqui que pode ajudar nesta posição, especialmente a das torres e dos reis, de resto me parece uma posição que se alguém conseguiu reproduzir fielmente tem que dar os parabéns porque é muito difícil.”

Obs.: Muito difícil.

Importante: Geometria simétrica das torres e reis, peão na última fila.

Análise da Posição Original 12 - Aleatória



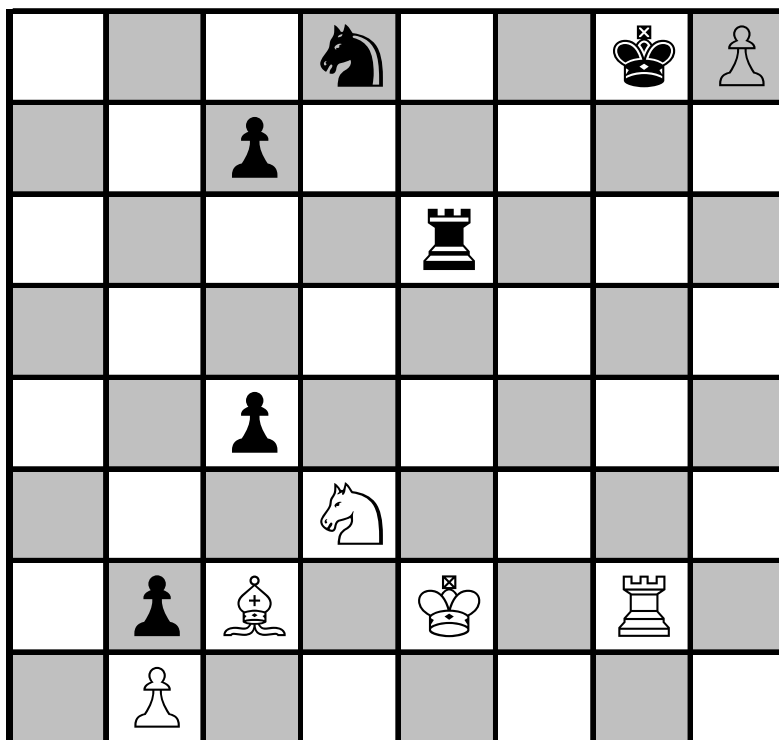
Comentário do Expert:

“Nossa... essa... a posição 12 é um absurdo total, essa aqui, se alguém conseguir reproduzir é um gênio, essa aqui não tem padrão reconhecível nenhum, os dois reis estão em xeque. Um dos reis está sofrendo mais do que um xeque. O que se assemelhe a uma posição de xadrez normal essa aqui não tem nada, nada, absolutamente nada, uma posição, literalmente, totalmente aleatória, essa aqui é impossível... não tem como.”

Obs.: Absurdo total.

Importante: Os dois reis estão em xeque.

Análise da Posição Original 13- Aleatória

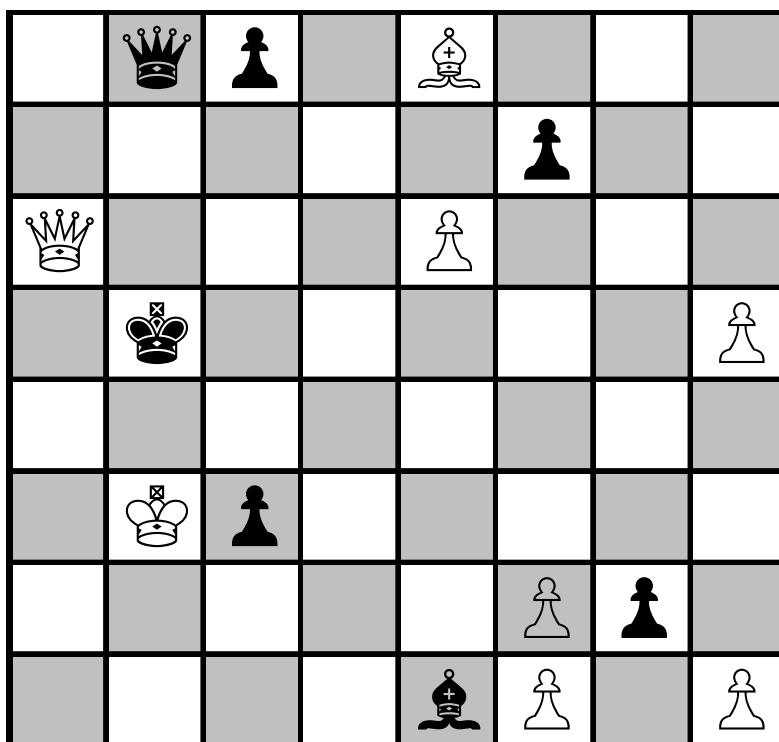


Comentário do Expert:

“Essa aqui já uma posição mais normal, que pese algumas coisas mais absurdas... mas é, o que existe mais ou menos normal a gente reconhece algumas posições, as posições das peças que seriam mais ou menos normais em uma posição de xadrez. Talvez isso seja mais fácil de lembrar. E perceber que os dois reis estão em xeque. Isso é fundamental também nesta posição. Eu acho que esse padrão do bispo em c2, o cavalo em d3 e o rei em e2 é relativamente normal numa partida de xadrez. Então isso seria muito simples de lembrar. Agora eu não sei, talvez chame muita atenção também, os peões que estão colocados em casas absurdas, talvez isso daí é tão absurdo, que talvez a pessoa lembre principalmente disso. Tirando os peões, essa posição anterior não tem coisa de muito estranho não, tirando a posição dos peões e os reis estarem em xeque.”

Obs. Mais normal. Importante: Os dois reis em xeque, padrão do bispo em c2, o cavalo em d3 e o rei em e2 é relativamente normal.

Análise da Posição Original 14 - Aleatória



Comentário do Expert:

“Essa aqui é difícil também, são umas posições que doem um pouco. A posição 14 porque é muito, muito irregular a posição. O peão preto na oitava fila, os reis tomando xeque, não sei nem se dizem exatamente o que é que dá para lembrar aqui... seria mais a posição do flanco dama principalmente, ou então a posição do rei. Essa posição esquisita aqui... os reis tomando xeque, mas não vejo assim um padrão reconhecível, nada aqui que eu possa te falar que seria mais importante, eu diria que essa posição quando os reis estão muito próximos, naturalmente isso aqui tem mais relevância na posição, agora... realmente não dá para...”

Muito difícil.

Importante: Peão na oitava fila, os reis tomando xeque, reis muito próximos.

Comentários adicionais da entrevista

O que você acha da questão do erro? Você acha que, para a essência de uma posição ou de um tabuleiro, você tem que perceber exatamente naquelas coordenadas?

Não, eu acho que tem algumas coisas que são mais importantes que outras. Se por acaso uma pessoa se lembra da posição dos peões distantes do centro da posição é uma coisa, mas se a pessoa erra principalmente o equilíbrio material da posição e erra o posicionamento das peças mais relevantes para posição, isso me parece um erro mais grave pelo menos através da mente de um jogador de xadrez, não sei se é esse o objetivo, mas para um jogador de xadrez é isso aí. Se a pessoa erra a posição das torres das damas que estão atacando o adversário, é um erro mais grave do que se erra a posição de um peão que está totalmente irrelevante para o sentido da posição.

Partidas relâmpago que você olha e já sabe o movimento que vai fazer, é impossível você considerar todas as possibilidades matematicamente, nem o computador consegue?

Exatamente.

Quando você analisa o tabuleiro e pergunta qual a melhor jogada, como é que você acha que vai perceber a situação?

É que o jogador de xadrez filtra isso aí, ele não fica analisando todas as possibilidades, então a gente tenta focar o que é o importante da posição, e por onde nossas peças devem jogar e a gente vai. Quando muito tem uma lista de três, quatro lances no máximo que a gente vai considerar como importante para posição, apesar da posição matematicamente ter uma infinidade de possibilidades. O que sobra mesmo de aproveitável que vai ser analisado pela mente de um grande mestre são no máximo geralmente dois, três lances. Quando muito, a gente tenta filtrar os elementos mais importantes da posição, é assim que a gente vai decidindo os lances. Se tivesse que analisar tudo que acontece na posição, todos os lances, mesmo os irrelevantes, não dá para jogar bem.

Mas eu mostrei esse primeiro tabuleiro para você. Se fosse explicar para alguém o que está acontecendo no tabuleiro 1... quando você explica para uma pessoa... a essência de uma posição, o que você acha, você supõe que seja?

Se isso fosse uma partida de xadrez mesmo? O fundamental são duas coisas: que as pretas estão em xeque e que tem um peão passado das brancas que está muito próximo da coroação. Numa partida de xadrez é isso, basta esses dois elementos aí, porque, claro, uma coisa importante que toda vez que um grande mestre olha uma posição, é que ele automaticamente reconhece o equilíbrio material, então automaticamente a gente vê um equilíbrio material apesar das brancas terem um peão a menos que é quase irrelevante nesta situação, mas por equilíbrio material eu digo equiparação das peças pesadas das peças mais importantes. Aí a gente vê que existe uma peça que tem um valor dinâmico muito grande, que é o peão passado no caso das brancas desta posição 1, e que as brancas vão ganhar essa posição porque vão coroar esse peão, é essa impressão que se tem, então é isso que, numa partida a gente vê isso, que o peão vai coroar, esse peão. Apesar de ser uma peça de menor valor, é a peça na verdade mais importante nessa posição porque ele que vai decidir uma partida aqui. Talvez se alguém fosse montar essa posição como se com relevância para uma partida de xadrez, e alguém montar essa posição e tirar esse peão de d6, citei anteriormente posições em que o peão está fora do que está acontecendo na partida, mas se alguém monta essa posição e tira esse peão das brancas daqui que é o principal elemento digamos dessa posição, porque é esse peão que vai numa partida de xadrez, é esse peão que vai decidir a partida.

Comentário sobre os jogadores

(sobre o R) Ele foi inclusive melhor neste teste do que alguns que talvez tenham tido menos erros do que ele... ele reproduziu muito bem as posições, ele errava esses detalhes aí, algumas pequenas coisas. No mínimo é um jogador que tem talento, ele pode não ter tido tempo para ser um grande mestre para se dedicar, mas você percebe que a mente dele trabalha com os elementos importantes da posição independente de ser grande mestre ou não. E o Q obviamente é o jogador mais forte aí... mesmo as posições mais complicadas e estruturas de peões ele acertou quase tudo. Dá para contar nos dedos os erros dele neste teste todo.

Comentário sobre intuição

Jogador Intuitivo, jogador racional. A própria literatura enxadrística separa entre jogar intuitivo, inclusive tem mesmo testes técnicos.

A questão da intuição é que você está numa posição que digamos tem um lance que parece certo. Por mais que você analise, não chegue a uma conclusão. O lance parece certo para você e você acredita nele e joga. *Você não tem uma lógica para explicar?* É. Exato porque você está acreditando naquilo... exato, mas você sente que esse lance é o lance da posição e tem jogadores que tentam sempre explicar isso racionalmente, que é com cálculo de variantes e querem provar... alguns jogadores muito fortes como, por exemplo, o Bobby Fisher, que é um dos jogadores mais fortes... o Fisher e o Kasparov são exemplo de jogadores racionais no xadrez, eles sempre tentam encontrar respostas matemáticas, digamos assim, para o que eles acreditam. Entendeu? Mesmo nas anotações nos comentários das partidas você vê que nas posições complicadas eles comentam duas ou três páginas só para provar que ele estava certo... Enquanto tem jogadores como Anatoly Karpov, que foi campeão mundial, que o jogo dele é totalmente intuitivo, ele joga fácil, rápido, não se preocupa tanto em calcular tudo, ele sente a posição mais intuitivamente, os treinadores principais da Rússia, por exemplo, a melhor coisa eles pegam esses testes aí para determinar se um jogador é intuitivo ou racional, e tem jogadores que são uma mescla dos dois também.

E qual o nome desse teste?

É que esse teste ele é na verdade muito especializado.

Não é público? Não, são treinadores que passaram anos fazendo o sistema de treinamento dele, e eles colocam isso, mas é mais para quem vai lá, eles colocam as posições... não é uma coisa científica... é a experiência deles como treinadores da União Soviética... Eu tenho num livro ele explicando esse processo.

Mas você não tem nunca como falar que é 100% racional, pois você não tem como calcular todas as...

Ah não... 100% racional não é que isso aí que se percebe justamente nestes testes, na questão de tomadas de decisão, principalmente porque uma das formas de fazer esse teste ele coloca uma posição onde... existe um sacrifício de uma peça, mas uma combinação que é impossível de calcular até o final, ele te dá um tempo que não dá para você calcular tudo, ele dá dez minutos para uma posição supercomplicada ele pede para você tomar uma decisão, fazer o lance que você faria na partida. Então, jogadores intuitivos que podem analisar uma parte da combinação e acreditarem que é o lance completo, então na hora da decisão ele joga esse lance mesmo sem ter tido tempo de calcular tudo. Os jogadores racionais, a tendência deles é na mesma situação eles tentam calcular tudo, eles vão ver que não vai dar para calcular tudo, e a tendência deles é fazer um lance mais neutro, eles não vão embarcar numa combinação muito complicada, sem terem um resultado muito palpável do que vai acontecer, mais ou menos é por aí o teste a grosso modo falando, claro que é mais rebuscado que isso aí, mas é mais ou menos isso. Te garanto que num determinado número de posições ele é capaz de avaliar perfeitamente o estilo de um jogador, agora isso é lá na Rússia, onde tem treinadores dedicados a isso, aqui no Brasil não tem como.

[FINAL DA ENTREVISTA]

Neste apêndice documentamos as posições utilizadas no experimento, a (i) análise estratégica de cada posição, e (ii) a análise de cada reconstrução, obtidas por meio de entrevista com um dos maiores experts brasileiros.