

A linguagem e o jogo de xadrez

HELDER COELHO *

1. A linguagem e o jogo de xadrez têm apaixonado os linguistas, os psicólogos e os informáticos desde há uma boa dezena de anos. Todos são unânimes em considerar que existem analogias estruturais entre a linguagem e o xadrez: ambos são sistemas nos quais cada objecto é definido através da sua relação com todos os outros.

No presente artigo apresentaremos as razões por que os especialistas destas três disciplinas ensaiam, por vezes em conjunto, conhecer melhor os fundamentos quer da linguagem quer de um jogo como o xadrez. O que acontece, de facto, é que uma tal actividade esconde uma aposta mais geral, centrada na descoberta da maquinaria cognitiva humana. O conhecimento desta maquinaria permite, por um lado, avançar hipóteses teóricas sobre o que o homem é, e, por outro lado, modelar as arquitecturas das máquinas inteligentes que comunicarão conosco na resolução de problemas. Comunicação e significado, forma, sentido e uso são aspectos que convém reter e manipular para o esboço de novas teorias da linguagem e dos jogos, e para o engenho de novos sistemas que falem com o homem e utilizem o conhecimento.

2. Os linguistas, desde Ferdinand de Saussure (1915), acreditam que a linguagem é uma

estrutura cuidadosamente construída com elementos entrelaçados.

Modernamente, e através da escola da semântica generativa (Galmiche, 1979), essa estrutura é organizada pela articulação de blocos linguísticos representados em lógica de predicados.

Exemplo 1: a frase

Roberto seduz a mulher de cada amigo,

constituída por um verbo ('seduzir'), dois nomes ('mulher', 'amigo'), e dois artigos ('a', 'cada'), pode ser traduzida pela estrutura lógica,

cada (X2),
amigo (X2),
a (X1,
mulher (X1, X2),
seduz (roberto, X1)))

e representada pela árvore seguinte:

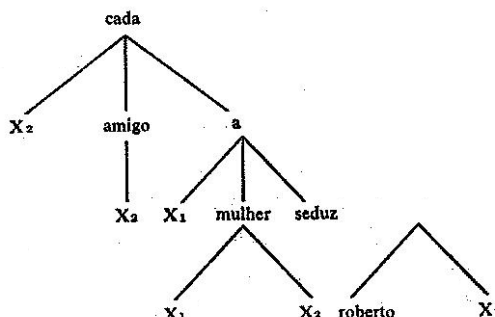


Fig. 1

* Centro de Informática do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

A estrutura lógica tem duas leituras. A leitura declarativa dá-nos a descrição do significado da frase (a sua semântica), e corresponde à paráfrase: «para cada X2 tal que X2 é um amigo, é verdade que para a X1 tal que X1 é a mulher de X2, é verdade que roberto seduz X1». Os quantificadores 'cada' e 'a' são os dois blocos linguísticos principais, capazes de articular os restantes blocos, organizados à volta dos nomes e dos verbos. Observe-se que o quantificador 'cada' expande a noção de quantificador clássico, na medida em que além de relacionar o que é quantificado com a propriedade da quantificação, explicita qual o domínio da quantificação. A leitura procedimental dá o modo como esse significado pode ser calculado. O valor de verdade da estrutura lógica é computado contra uma base de conhecimentos (e dados), pela computação parcial dos seus blocos elementares. A computação de 'amigo (X2)' permite, por exemplo, retirar um certo 'X2' da base de dados, o 'João', se esta base for descrita apenas por três amigos:

amigo (joão),
amigo (helder),
amigo (luís).

O resultado é uma resposta gerada de acordo com esse valor e os itens retirados da base de dados (Coelho, 1979),

frase		estrutura lógica		
de uma		+		
língua	→	base de	→	resposta
natural		conhecimentos		

O facto de os seres humanos permanentemente produzirem e compreenderem novas frases significa que nenhum ser humano podia ter construído o seu conhecimento da linguagem apenas através da memorização das frases. Pelo contrário, cada falante aprendeu um conjunto de regras que especificam o que é, e o que não é uma frase bem construída. Uma pessoa que conhece uma língua está numa situação

paralela à de alguém que aprendeu a jogar xadrez. Um jogador de xadrez não consegue memorizar os milhares de estados diferentes do jogo, e os movimentos relevantes a eles associados. Em vez disso, ele adquiriu conhecimento sobre os movimentos que são possíveis e os que não são. Assim, o falante de uma língua (e o jogador de xadrez) apreendeu (interiorizou) um conjunto de regras sobre as frases legais nessa língua.

O objectivo do linguista consiste então em descobrir este conjunto de regras, que define a competência do falante. Estas regras constituem a gramática da língua em questão.

Exemplo 2: uma frase em português como

O editor publica um livro novo,

pode ser governada por uma gramática independente do contexto, definida através das seguintes regras:

frase → sintagma _ nominal, verbo,
complementos. (1)

sintagma _ nominal → artigo, nome _ comum,
adjectivo.

sintagma _ nominal → artigo, nome _ comum.

complementos → sintagma _ nominal.

verbo → [publica].

artigo → [o].

artigo → [um].

nome _ comum → [editor].

nome _ comum → [livro].

adjectivo → [novo].

onde a regra 1) traduz uma forma ou construção sintáctica: a sequência da esquerda para a direita de três elementos, um sintagma nominal, um verbo e os complementos.

3. Os psicólogos, em vez de apostarem sobre aquele conjunto de regras, interiorizado por cada pessoa, como fazem os linguistas, tentam

descobri-lo através da análise de protocolos humanos.

Três tópicos têm recebido uma atenção particular nos últimos anos:

- 1) Estão os seres humanos equipados com algum tipo de conhecimento linguístico?
- 2) As gramáticas propostas pelos linguistas reflectem a gramática mental de uma pessoa?
- 3) Como é que as pessoas reconhecem e produzem frases?

O primeiro tópico cobre a seguinte dúvida: “Exactamente, que linguagem está pré-programada na mente humana”? E, abre-se numa controvérsia profunda entre os que advogam que a linguagem é inata (por exemplo, Chomsky), isto é, a criança nasce sabendo já falar, e os que defendem que os conhecimentos são adquiridos e construídos pela criança (por exemplo, Piaget), isto é, a criança aprende a falar (Piatteli-Palmarini, 1979).

O segundo tópico aborda o processo de aprendizagem. Desde o momento em que as crianças começam a falar, elas estão conscientes que a linguagem é governada por regras. E, assim, empenha-se numa procura activa das regras que estão subjacentes à linguagem à qual estão expostas. Não é por acaso que as crianças aprendem mais facilmente, e rapidamente, que um adulto, as línguas estrangeiras. A questão subjacente ao segundo tópico é relevante, pois a gramática (de um linguista) encápsula *o que* o falante sabe da sua língua, e não como ele usa aquele conhecimento. Os psicólogos descobriram, através de intensa experimentação, que algumas das teorias linguísticas estão conformes à realidade. Contudo, a interpretação que têm feito dos resultados é bastante controversa, e não parece que se possam ainda derivar conclusões definitivas.

O terceiro tópico revela a questão da compreensão de uma linguagem e é um bom exemplo do trabalho interdisciplinar entre linguistas, psicólogos e informáticos. Esta compreensão é

um processo activo, em que os receptores reconstroem a mensagem provável através de estratégias perceptuais — atalhos que permitem apanhar o essencial da mensagem sem classificar cada componente da frase em detalhe.

As frases são raramente processadas como isoladas. Em geral, um modelo natural da compreensão considera:

- 1) os modos como é extraído o significado de uma frase, e
- 2) os modos como esse significado é integrado com a informação já conhecida (através do passado e do contexto).

No que respeita 1), isto é, a análise de uma frase, existem três modelos fundamentais, que combinam os aspectos da sintaxe e da semântica de uma linguagem. A análise de uma frase (estrutura de superfície) consiste na produção de uma representação (estrutura profunda) do seu significado, e pode combinar diversos tipos de análise, quer do ponto de vista sintáctico, quer semântico, conforme a natureza dos fenómenos linguísticos envolvidos. Assim, os três modelos possíveis consideram: 1.º) a colocação de um módulo sintáctico antes ou 2.º) depois de um módulo semântico, e a 3.º) sintaxe misturada ao mesmo tempo com a semântica. No caso da resolução da referência pronominal, os dois primeiros modelos são os mais satisfatórios, mas na resolução da quantificação, o terceiro modelo é o melhor se excluirmos frases muito complexas e o uso particular de certos quantificadores. O modelo de execução da análise é também controverso, e as várias técnicas disponíveis não obtiveram ainda consenso. Fundamentalmente, estas técnicas podem ser do tipo não determinístico (com retrocesso) ou do tipo determinístico. Esta última técnica, baseada nos princípios “olhe para a frente” e “espere e veja”, vem recebendo ultimamente numerosos apoios de linguistas e psicólogos, em virtude de se aproximar mais daquilo que se julga ser o modo como os seres humanos processam a linguagem (Coelho, 1980).

No que respeita 2), isto é, a aquisição de conhecimentos, o modelo mais conhecido (Haviland & Clark, 1974) assenta numa estratégia do *dado/novo*. Segundo esta estratégia, o receptor aceita uma frase, divide-a entre informação sintacticamente definida quer como dada, quer como nova, e armazena a informação nova em memória. Assim, a informação dada é tratada como um apontador ou endereço de algum antecedente, já registado em memória.

No que se refere à produção de frases, as experiências realizadas por psicólogos revelaram que o discurso é organizado de acordo com um princípio rítmico — um grupo tonal é dividido em unidades mais pequenas, baseadas na entoação. Contudo, a interacção entre estes grupos e as construções sintácticas é ainda matéria de investigação.

4. Voltemos à imagem inicial da linguagem como jogo e peguemos num jogo proposto por um linguista (Hintikka & Carlson, 1977), para determinar as propriedades semânticas de uma frase F.

O jogo, designado por J (F), é para dois oponentes, tal como o xadrez. Os jogadores chamam-se Eu e Natureza. O jogo pode ser considerado como um processo gradual de verificação de F em relação a um dado universo de discurso. Em cada passo é produzido uma nova frase F', a qual depende das escolhas dos indivíduos e das frases, feitas pelos jogadores.

O resultado do jogo é uma frase à qual não se aplica nenhuma outra regra. Os valores de verdade destas frases atómicas são determinados independentemente. O objectivo do jogador Eu é produzir uma frase atómica verdadeira, enquanto o jogador Natureza tenta dirigir o jogo para uma falsa. Quando o jogo atinge uma frase atómica acaba. Os ganhos dos jogadores dependem do valor de verdade do resultado. Se o resultado é verdadeiro, Eu ganha e Natureza perde; se a frase é falsa, vice-versa.

As propriedades semânticas da frase original F podem ser caracterizadas em referência à estratégia levada a cabo por cada jogador em J (F). Em particular, F é verdadeira no

domínio de discurso dado se, e só, existir uma estratégia ganhante para Eu.

A estrutura do jogo da linguagem J (F) depende de estrutura de F e de um conjunto de regras e de princípios. Mas, não entremos em mais detalhes sobre este jogo. Regressemos ao jogo do xadrez e olhemos para a sua especificidade, com o objectivo de encontrar pontos comuns entre estes dois jogos.

5. Os psicólogos tem usado o jogo do xadrez como caso de estudo, no qual tentam descobrir as características gerais de um sistema de processamento da informação (SPI). Tais características descreverão a maquinaria cognitiva humana e a do sistema encarregue da sua simulação (Newell & Simon, 1972).

A primeira questão que colocam é: «Pode um ser humano, neste ambiente de trabalho (escolha de um lance em xadrez), ser visto como um SPI? Se sim, podem-se identificar os espaços do problema, as estratégias de procura, as heurísticas, e as estruturas dos objectos?»

Olhando para o jogo como um problema a resolver, o ser humano (ou um programa de computador) terá de considerar os mecanismos de raciocínios, as representações, as heurísticas, e as organizações de resoluções, envolvidas durante o desenrolar do jogo.

O jogo do xadrez é representado por uma árvore onde os nós significam as posições ou estados no tabuleiro, e os arcos ou ramos, os lances ou acções desenvolvidas. Um plano corresponde a um dado trajecto nessa árvore de procura, e a análise consiste em considerar uma dada subárvore. Na figura 2 exemplifica-se uma situação de uma partida (Coelho, 1977).

Para a posição X, existem três lances possíveis para as brancas (B1, B2 e B3) e, para cada um desses movimentos, as pretas podem responder de dois modos diferentes (P11 e P12, por exemplo). Considera-se que todos os lances das pretas conduzem a posições finais cujos resultados são conhecidos.

Qual é o melhor dos três lances possíveis das brancas? Só o lance B1 não conduz à der-

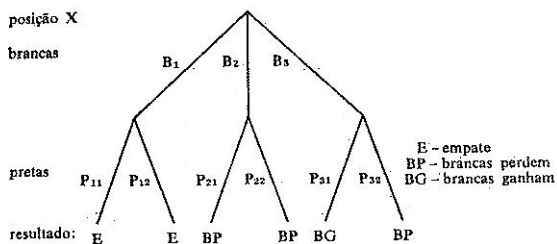


Fig. 2

rota. Raciocinando para trás e a partir dos valores terminais atribui-se um valor à posição X (empate). Desta posição, um jogador seleccionará o lance B1 como o melhor. Infelizmente este procedimento simples não pode adoptado exaustivamente a toda a análise de uma partida, pois a árvore que daí resultaria seria tão grande que o resultado da selecção do melhor lance seria somente conhecido ao fim de alguns anos de computação. Quando um jogador adopta este procedimento introduz algumas modificações destinadas a limitar as dimensões da árvore de procura. Estas modificações contêm heurísticas (métodos de aproximação, em oposição e algorítmicos), avaliação estatística e regras para gerar e seleccionar lances. Contudo, se o jogador é um programa de computador e possui a eliminação de ramos como heurística de simplificação das árvores de procura, torna-se difícil a posterior utilização dos ramos eliminados. Mas, perante a aparente contradição manutenção-eliminação, Pitrat (1977), propôs a seguinte estratégia natural, adoptada correntemente por um mestre de xadrez: 1) análise da situação inicial; 2) geração da situação quando esse plano falhar, e geração de novos planos, assentes na correcção dos anteriores. Deste modo, o programa considera apenas os ramos naturais da árvore, e não despreza os ramos cuja apreciação parece evidente quando algo de errado ocorre.

O psicólogo estuda não só as tarefas que o jogo levanta, mas examina também o comportamento dos jogadores, as suas tomadas de decisão. Deste modo, isola o que o jogador sabe do jogo, isto é, os modos como ele utiliza os seus conhecimentos. Os resultados destes es-

tudos podem ser depois incorporados em programas, como atrás se apontou.

6. Tanto na linguagem como no jogo do xadrez estamos perante os mesmos aspectos: a forma/estrutura (sintaxe), o significado (semântica) e o uso (pragmática). O núcleo comum é o conhecimento e as regras para seu uso-manipulação: o que fazer com o que há (a questão da representação) e como fazer (a questão da procura).

Estas duas questões centrais, representação e procura, estão também presentes na investigação da Inteligência Artificial (IA — estudo da inteligência como computação), disciplina que recorre à Linguística, Psicologia, Ciências da Computação e à Lógica, e projectam-se nos bastidores da revolução informática.

O avanço da Informática tem sido garantido pelo aprofundamento daquelas questões. Assim, vejamos. O jogo do xadrez tem acompanhado quer o curso da IA quer o da Informática. Considerado sempre como caso de estudo, tem despoletado, nos últimos anos, o interesse do público, através do êxito do xadrez computacional (Coelho, 1977; Coelho & Lopes, 1979 e 1980). Esta chamada de atenção é consubstanciada pela construção de uma disciplina nova, a engenharia do conhecimento, a qual obriga a um desvio do paradigma corrente na IA: da identificação de algumas técnicas poderosas a como representar grandes quantidades de conhecimento, num estilo que permita o seu uso efectivo e interacção. Este desvio suportará a produção de máquinas inteligentes, capazes de manipular o conhecimento linguístico.

A compreensão do processamento da linguagem tem também sido um caso paradigmático de estudo na IA. Com o advento do computador digital, iniciam-se na década de 50 os estudos sobre a tradução automática de textos. Contudo, a fragilidade dos conhecimentos linguísticos nessa época provocou o falhanço de todo o empreendimento. Com o início da publicação dos trabalhos de Chomsky, em 1957, abrem-se novos horizontes aos trabalhos linguísticos, os quais passam a suportar o pro-

gresso, até aos nossos dias, das linguagens artificiais para a programação de computadores e da compreensão da língua natural (escrita e falada) pelo computador (Coelho, 1980).

RESUMO

As actividades ligadas à exploração da linguagem e ao jogo do xadrez apresentam analogias. No presente artigo, discute-se a interdisciplinaridade associada ao estudo dessas actividades, e enuncia-se, embora esquematicamente, alguns dos seus aspectos interessantes.

SUMMARY

The activities connected to the use of language and to the game of chess present analogies. In this paper, we discuss the cross-disciplinarity associated to those activities, and, in brief, we formulate some of their remarkable aspects.

REFERÊNCIAS

- COELHO, H. (1977) — «Jogar xadrez com um programa». *Informática*, 1, 6:6-9.
- COELHO, H. (1979) — *A program conversing in Portuguese providing a library service*, University of Edinburg, Ph. D. Thesis, L. N. E. C.
- COELHO, H. (1980) — *Elementos para uma engenharia da linguagem*, Tese para Especialista, L. N. E. C.
- COELHO, H. e LOPES, A. (1979-1980) — «Xadrez computacional», *Suplemento de Informática de «O Jornal»*.
- GALMICHE, M. (1979) — *Semântica gerativa*, Editorial Presença, Lisboa.
- HINTIKKA, J. e CARLSON, L. (1977) — «Pronouns of laziness in game-theoretical semantics». *Theoretical Linguistics*, 1/2:1-29.
- NEWELL, A. e SIMON, H. (1972) — *Human problem-solving*, Prentice-Hall, New York.
- PIATTELLI-PALMARINI, M. (ed.) (1979) — *Théories du langage, Théories de l'apprentissage*, Seuil, Paris.
- PITRAT, J. (1977) — «A chess combination program which uses plans», *Artificial Intelligence*, 8:275-321.
- SAUSSURE, F. (1974) — *Course in general linguistics*, Fontana/Collins, New York.