

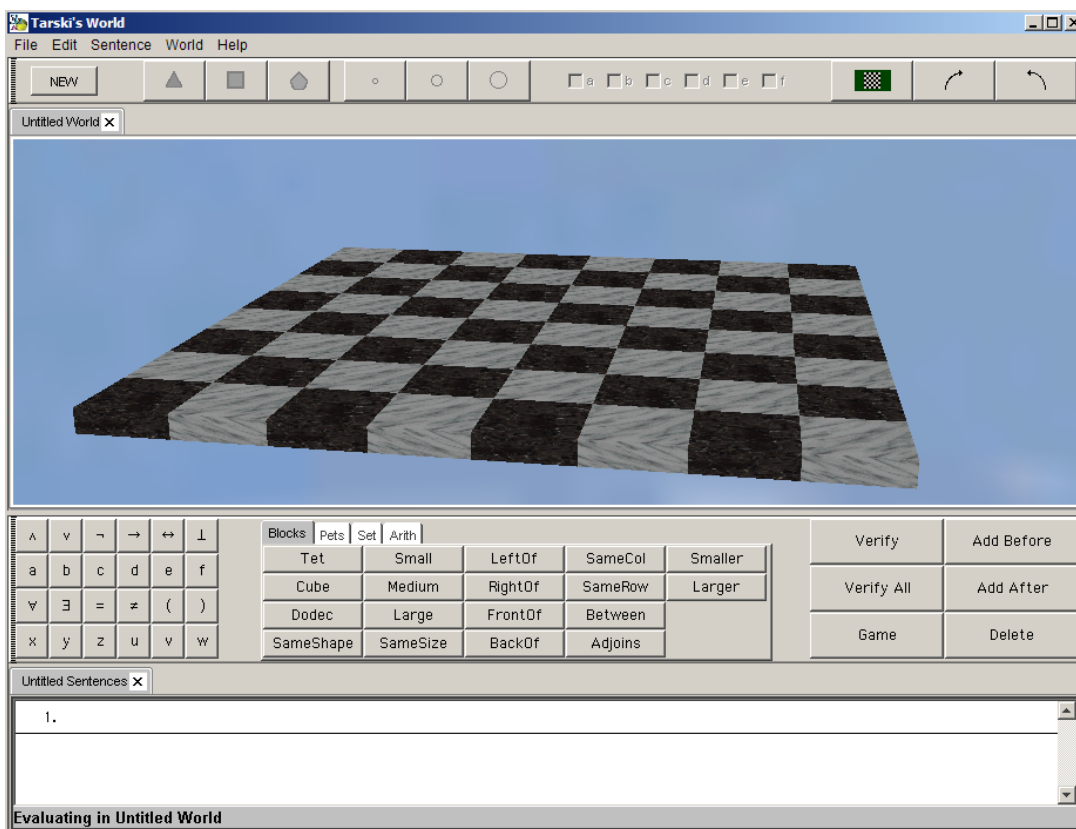
## Usando Tarski World

Tarski World é um programa que acompanha o livro *Language, Proof and Logic*<sup>1</sup> (LPL) e baseia-se numa premissa muito simples: as linguagens aprendem-se melhor quando as utilizamos. O programa aplica esta premissa à linguagem simbólica da chamada *lógica de primeira ordem*, fornecendo um contexto simples no qual um estudante pode construir mundos tridimensionais habitados por blocos geométricos de diversos tipos e tamanhos, usar a linguagem para descrever esses mundos e testar o valor lógico (verdadeiro ou falso) de sentenças (proposições) de primeira ordem elaboradas sobre esses mundos.

Estas notas, baseadas no respectivo manual de instruções, explicam como podemos trabalhar com o programa.

### 1. Começando

Quando abrimos o Tarski World aparece uma janela grande dividida em duas secções:



A secção de cima (a **janela do mundo**) contém um tabuleiro (um *mundo*) onde se colocam os blocos geométricos que formam o mundo, e uma barra de ferramentas para manipular os

<sup>1</sup>Jon Barwise e John Etchemendy, *Language, Proof and Logic*, CSLI Publications, 1999.

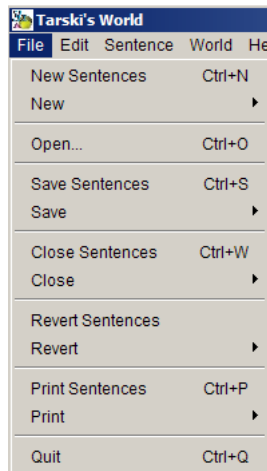
conteúdos do mundo. Contém ainda uma barra com o nome do mundo. Inicialmente chama-se **Untitled World**.

A secção de baixo (a branco) é a chamada **janela das proposições**. Inicialmente contém somente o número “1”. É aqui que as afirmações (proposições) sobre o mundo são introduzidas e o seu valor lógico (verdadeiro ou falso) é avaliado. Imediatamente por cima está uma barra que contém o nome de todas as colecções de proposições abertas. Inicialmente aparece somente **Untitled Sentences**.

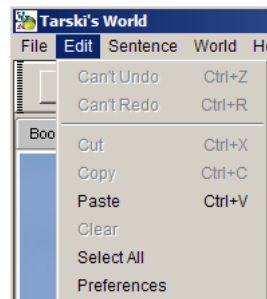
## 2. Os Menus

O Tarski World tem os seguintes menus:

- **File:** Este menu permite abrir, criar, gravar, fechar ou imprimir mundos ou proposições.



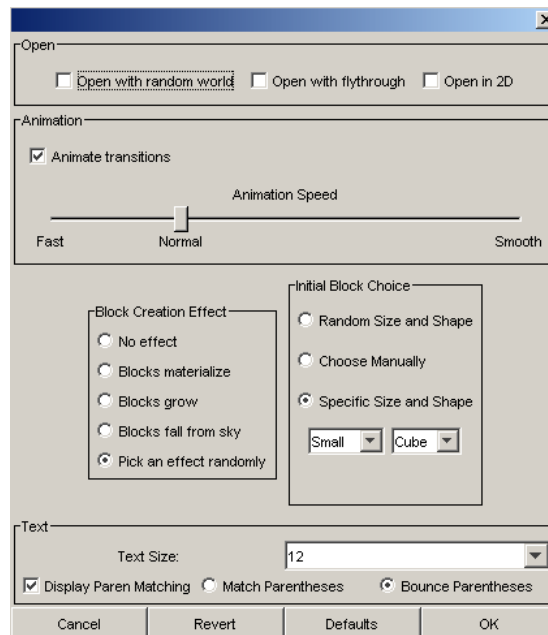
- **Edit:** Habitual menu de edição que permite cortar, apagar e copiar.



O item **Preferences** permite controlar certos aspectos do comportamento do Tarski World:

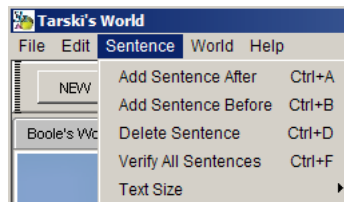
A primeira linha de preferências são caixas onde podemos trocar algumas opções para abrir e criar novos mundos. Por exemplo, podemos optar por criar um mundo aleatório em vez de um mundo vazio sempre que um novo mundo é criado.

Podemos também alterar a velocidade das animações, ou desligar qualquer animação com o painel **Animation**.

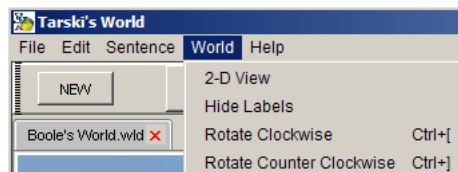


Podemos ainda escolher um efeito diferente para como os novos blocos são criados, bem como o tamanho e forma dos blocos, e alterar o tamanho do tipo de letra na janela das proposições.

- **Sentence:** Contém comandos para adicionar novas proposições, apagar proposições e fazer a verificação de proposições.

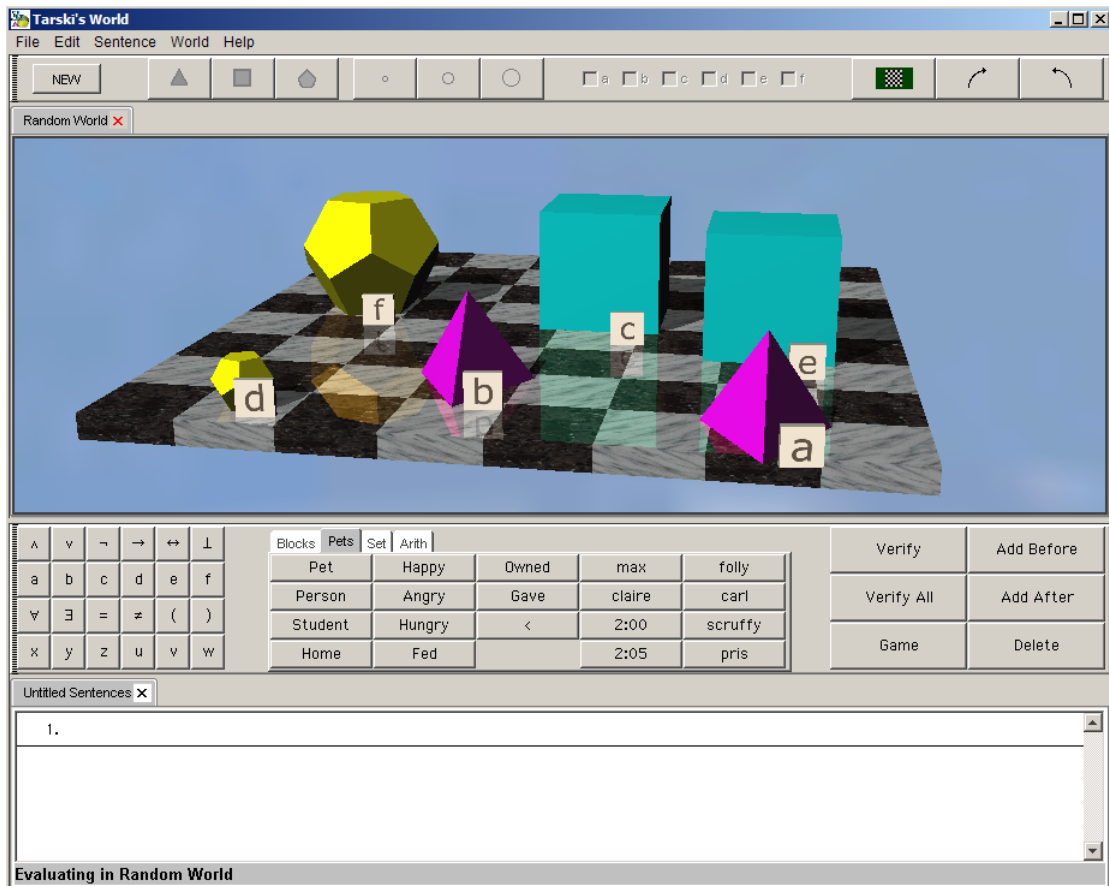


- **World:** Permite controlar certos aspectos da visualização dos mundos (2D↔3D, rodar, esconder/ver etiquetas).



- **Help:** Ligação para um sítio de ajuda sobre os programas do software LPL.

### 3. A janela dos mundos



Para juntar um novo bloco basta clicar no botão **New** na barra de ferramentas. O tamanho e tipo de bloco pode ser alterado clicando nos seis botões à direita de **New**. Por defeito, um cubo pequeno é criado. Podemos nomeá-los com as letras  $a, b, c, d, e, f$ . Em lógica de primeira ordem um objecto pode ter vários nomes, mas dois objectos não podem partilhar o mesmo nome. Assim o **Tarski World** deixa-nos dar a um bloco mais do que um nome, mas depois de um nome ser usado, esse nome não mais pode ser dado a outro bloco. No menu **World** podemos esconder as etiquetas dos blocos.

Para seleccionar um bloco basta clicar com o rato por cima dele. O bloco muda então de cor. Para seleccionar mais do que um bloco, carrega-se na tecla *shift* enquanto se clica nos blocos.

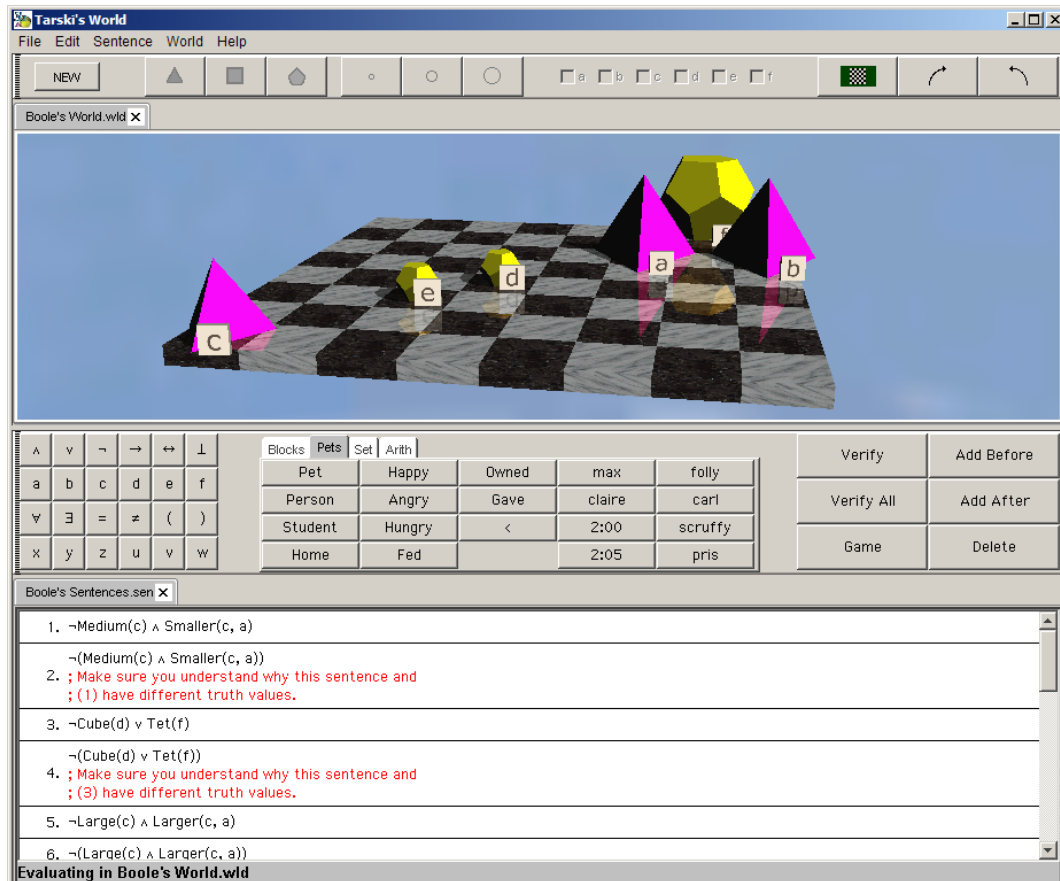
Para mover os blocos, posicionar o cursor por cima do bloco e arrastá-lo para a posição desejada. Se movermos um bloco (ou blocos) para fora do tabuleiro eles caem e desaparecem.

Para apagar um bloco basta arrastá-lo para fora do tabuleiro ou alternativamente seleccionar o bloco (ou blocos) e clicar na tecla **Delete**. É possível também apagar ou copiar blocos (do próprio ficheiro ou de outros ficheiros) usando o menu **Edit**.

## 4. A janela das proposições

Há dois modos de introduzir fórmulas na janela das proposições: com a ajuda da barra de ferramentas ou a partir do teclado. A maioria das pessoas acha mais fácil fazê-lo com a barra de ferramentas.

O Tarski World permite a escrita de fórmulas de primeira ordem de modo muito fácil: ao introduzir um predicado, como Tet ou Cube, a partir da barra de ferramentas, o ponto de inserção coloca-se logo na posição apropriada para se inserirem os argumentos (variáveis  $u, v, w, x, y, z$  ou constantes  $a, b, c, d, e, f$ ). Por exemplo, a fórmula  $\text{BackOf}(a, b)$  pode ser escrita com apenas três cliques na barra de ferramentas: primeiro no botão  $\text{BackOf}$ , depois no botão  $a$  e no botão  $b$ .



O Tarski World trata os parênteses “[ ]” e chavetas “{ }” como equivalentes aos parênteses “( )”.

Podemos juntar comentários às proposições de modo a serem ignorados pelo programa aquando da verificação se as proposições estão bem escritas ou se são verdadeiras. Basta prefaçar cada linha de texto com um ponto e vírgula (;). Isto faz com que o Tarski World ignore todo o texto que se segue nessa linha. Os comentários aparecem sempre escritos a vermelho.

As teclas correspondentes aos símbolos na barra de ferramentas são dadas pela seguinte tabela:

Símbolo	Tecla	Símbolo	Tecla
$\neg$	$\sim$	$\neq$	$\#$
$\wedge$	$\&$	$\vee$	$ $
$\rightarrow$	$\$$	$\leftrightarrow$	$\%$
$\forall$	$@$	$\exists$	$/$
$\subseteq$	$-$	$\in$	$\backslash$

Para criar uma lista de proposições, começa-se por criar uma delas e depois com a ajuda de **Add Sentence After** no menu **Sentence**, ou **Add After** na barra de ferramentas, pode criar-se outra e assim sucessivamente. Podemos mover o ponto de inserção de uma proposição para a outra com as teclas  $\uparrow$  e  $\downarrow$  ou clicando simplesmente com o rato na proposição desejada. A instrução **Delete Sentence** no menu **Sentence** permite apagar proposições.

Com as instruções do menu **Edit** podemos apagar ou copiar proposições (inclusive do **Tarski World** para o **Boole** e vice-versa).

## 5. Verificando a sintaxe e a verdade

Como iremos estudar, só algumas sequências de símbolos estão gramaticamente correctas (ou, como se diz em Lógica, *bem formadas*) formando uma proposição. E só algumas delas são apropriadas para fazer afirmações genuínas sobre o mundo. São estas as chamadas *proposições* do mundo. Proposições são fórmulas bem formadas sem variáveis livres. Para confirmar se de facto o que escrevemos na janela das proposições é uma proposição, podemos usar o botão **Verify** na barra de ferramentas. O botão **Verify All** permite verificar uma lista de proposições.

Quando verificamos uma proposição, os resultados são mostrados na margem esquerda do número da proposição: “T” ou “F” indica respectivamente que a proposição é verdadeira ou falsa no mundo, “\*” indica que a fórmula não está bem formada ou não é uma proposição, enquanto “+” indica que a fórmula é uma proposição da lógica de primeira ordem, mas não é avaliável no mundo em questão. Se estivermos inseguros sobre qual a razão pela qual a proposição não é avaliável, fazendo novamente a verificação resultará num diálogo que explica essa razão.

## 6. Jogando o jogo

Quando fazemos uma afirmação sobre um mundo com uma proposição complexa, estamos comprometidos não só com o valor lógico dessa proposição, mas também com as afirmações sobre as suas proposições componentes. Por exemplo, se estivermos comprometidos com a verdade da conjunção  $A \wedge B$ , estamos também comprometidos com a verdade de  $A$  e a verdade de  $B$ . Esta observação muito simples permite-nos jogar um jogo que reduz compromissos complexos a compromissos mais elementares. Estes últimos serão em geral mais simples de avaliar. As

regras do jogo constituem parte do que o livro LPL ensina. Aqui explicaremos somente o tipo de movimentos que podemos fazer ao jogar.

Para jogar precisamos de conjecturar o valor de verdade da proposição corrente no mundo em questão. Esta conjectura será o nosso compromisso inicial. O jogo será mais interessante quando este compromisso estiver errado, apesar de neste caso nunca conseguirmos ganhar o jogo.

Para começar jogo, clica-se no botão **Game** na barra de ferramentas. O **Tarski World** começará por nos perguntar a nossa conjectura inicial. Neste ponto, o desenvolvimento do jogo depende da forma da proposição e dessa conjectura. A seguinte tabela contém um resumo das regras do jogo:

FÓRMULA	CONJECTURA	JOGADOR A JOGAR	OBJECTIVO DA JOGADA
$P \vee Q$	T	nós	Escolher uma das afirmações $P, Q$ que seja verdadeira.
	F	Tarski World	
$P \wedge Q$	T	Tarski World	Escolher uma das afirmações $P, Q$ que seja falsa.
	F	nós	
$\exists xP(x)$	T	nós	Escolher algum $b$ que satisfaça a fórmula $P(x)$ .
	F	Tarski World	
$\forall xP(x)$	T	Tarski World	Escolher algum $b$ que não satisfaça $P(x)$ .
	F	nós	
$\neg P$	qualquer uma	—	Substituir $\neg P$ por $P$ e mudar a conjectura.
$P \rightarrow Q$	qualquer uma	—	Substituir $P \rightarrow Q$ por $\neg P \vee Q$ e manter a conjectura.
$P \leftrightarrow Q$	qualquer uma	—	Substituir $P \leftrightarrow Q$ por $(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)$ e manter a conjectura.

O **Tarski World** nunca comete um erro ao jogar. Ganhará se tal for possível, isto é, caso a nossa conjectura inicial esteja errada. Além disso, mesmo quando a nossa conjectura inicial estiver certa, podemos cometer um erro ao longo do jogo e fazer com que afinal percamos um jogo que deveríamos ganhar. Isso pode acontecer se fizermos más escolhas ao longo do jogo. O **Tarski World** tomará vantagem disso. Não nos dirá que jogámos mal até concluir a vitória, quando nos informará que poderíamos ter ganho.

Portanto, se ganharmos o jogo podemos ter a certeza que a nossa conjectura inicial sobre a proposição, bem como todas as nossas escolhas subsequentes estavam correctas.

Clicando no botão **Back**, o **Tarski World** permite-nos que corrijamos algumas das escolhas feitas, não importa quão adiantados no jogo estejamos.

Se ao longo de um jogo descobrirmos que a nossa conjectura estava errada e percebermos porquê, já não valerá a pena continuar com o jogo. Clicando no botão **End** podemos terminar o jogo sem desligar o **Tarski World**.

O jogo não deverá ser jogado com qualquer proposição. Só será interessante quando tivermos avaliado mal o valor lógico de uma proposição, e não percebermos a razão do erro. Quando isto acontecer, deveremos jogar o jogo sem alterar a nossa conjectura. Claro que o **Tarski World** ganhará, mas no percurso até à vitória, tornará claro porque é que a nossa avaliação inicial estava errada.

Quando a nossa conjectura inicial estiver correcta, e jogarmos bem, temos a garantia de ganhar o jogo. Mas o **Tarski World** não desiste logo: nas alturas do jogo em que é preciso fazer escolhas, fá-las-á de modo mais ou menos aleatório, na esperança que isso nos baralhe e conduza ao erro. Se errarmos, a partir daí não desperdiçará a oportunidade e ganhará sem contemplações.

## 7. Gravando e imprimindo mundos ou proposições

Com o submenu **Save** do menu **File** podemos gravar mundos ou proposições. Com o submenu **Print** do menu **File** podemos imprimir mundos ou proposições.