

## Um Jogo para Zero Pessoas: o Jogo da Vida<sup>1</sup>

O "Jogo da Vida" de John Conway não é um jogo no sentido usual do termo, embora seja uma excelente fonte de entretenimento: é um mundo plano onde habitam seres únicos e exóticos; é um universo automático recheado de surpresas inesperadas e com profundos mistérios por resolver.

Um *autómato celular* – conceito introduzido na década de 1950-60 por John von Neumann para demonstrar a existência de máquinas auto-reprodutoras – consiste num conjunto de "células" em que cada uma delas pode estar num certo número finito de estados, juntamente com uma noção de "vizinhança" entre células e um conjunto de regras de transição de uma configuração de células para outra configuração. Em Outubro de 1970, Martin Gardner divulgava na sua rubrica *Mathematical Games* da revista *Scientific American*<sup>2</sup> um autómato celular criado por John H. Conway, por este baptizado de "Vida". Com regras de transição muito simples, o "Jogo da Vida", como ficou conhecido, tem propriedades notáveis, e tornou-se imediatamente num sucesso sem precedentes nem rivais no mundo dos autómatos celulares.

No autómato de Conway, as células são os quadrados de um tabuleiro infinito de *Go*, o famoso jogo milenar de origem chinesa<sup>3</sup> (ou, equivalentemente, um tabuleiro de xadrez sem cores) e podem estar em dois estados: "inactivas" ou "activas". As regras de transição aplicam-se a cada célula, usando o estado dos seus oito vizinhos (ver figura 1) para determinar o estado desta na configuração seguinte, e são: uma célula inactiva torna-se activa ("nasce") exactamente quando tem três vizinhos activos; uma célula activa mantém-se activa ("sobrevive") quando tem dois ou três vizinhos

activos; nos outros casos, uma célula activa torna-se inactiva ("morre"), ou por "isolamento", quando tem menos de dois vizinhos activos, ou por "excesso populacional", quando tem mais de três vizinhos activos. Na figura 2, em que as células activas estão representadas a preto, ilustra-se a transição da configuração mais à esquerda para a seguinte, o "u" à direita; a imagem do meio mostra o destino das diferentes células, representando-se a amarelo as que morrem de "isolamento", a azul as que morrem por "excesso populacional", a verde as que nascem as que continuam activas a preto, e as que continuam inactivas a branco<sup>4</sup>.

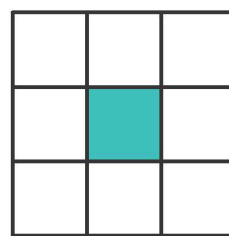


Figura 1- Vizinhança de uma célula.

<sup>1</sup>Relembro que o objectivo desta rubrica é sugerir viagens matemáticas pela internet e que a sua leitura deve ser suplementada com a consulta das páginas sugeridas, o que é particularmente relevante no presente artigo.

<sup>2</sup>"The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game 'life' ", *Scientific American* 223 (October 1970) pp. 120-123. Disponível *online*.

<sup>3</sup>Ver [http://en.wikipedia.org/wiki/Go\\_\(game\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Go_(game)).

<sup>4</sup>No *YouTube*, pesquisando «"Game of Life" "John Conway"» encontram-se extractos de um programa da BBC intitulado "What We Still Don't Know: Are We Real?", onde o próprio Conway fala da sua criação. Disponível também em *Google Videos*.

# Apanhados na Rede

[Um Jogo para Zero Pessoas: O Jogo da Vida]

É claro que o “Jogo da Vida” não é um jogo no sentido convencional do termo, uma vez que nele não intervêm quaisquer jogadores. Nem sequer pertence à família dos jogos para uma só pessoa, os “solitários” ou “quebra-cabeças”, nos quais o jogador tem de descobrir os movimentos certos, fazer as escolhas apropriadas. Como é observado algures<sup>5</sup>, o “Jogo da Vida” é “um jogo sem jogadores”. Quando muito, é um jogo para “criadores” que decidem apenas a configuração inicial do universo – quais as células activas –, que evolui então a partir desse estado inicial, automática e deterministicamente.

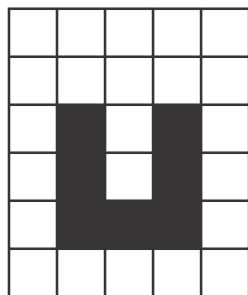
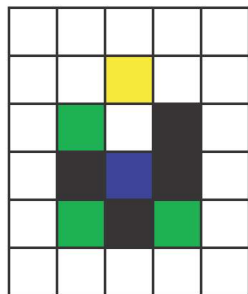
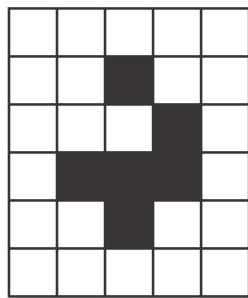
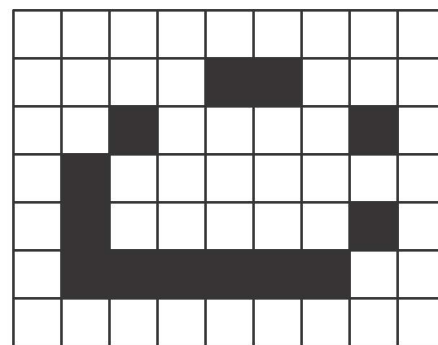
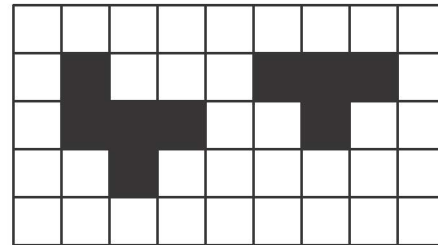
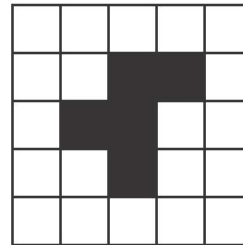
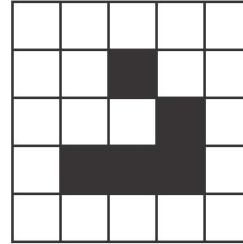


Figura 2 - O nascimento do "u".



Figuras 3, 4, 5 e 6 - Um “planador”, o pentaminó “R” (ou “F”), os “coelhos” e uma nave espacial.

<sup>5</sup>Elwyn R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy, *Winning Ways for your Mathematical Plays*, Academic Press, 1982, capítulo 25.

Sugere-se aqui que, antes de prosseguir, o leitor explore um pouco o “Jogo da Vida”, usando o *applet* disponível em <http://www.ibiblio.org/lifepatterns>, experimentando “organismos” por si construídos, assim como os apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6. Para perceber que, apesar das regras simples, a “Vida” é bastante complexa, observe a evolução de uma linha de  $n$  células consecutivas, para  $n=1,2,\dots,10$ .

Desde cedo se descobriu toda uma fascinante variedade de criaturas habitando o curioso mundo da “Vida”, nomeadamente: planadores ou deslizadores (*gliders*), pisca-piscas (*blinkers*), osciladores, pulsares, naves espaciais, locomotivas a vapor (*puffers*), devoradores (*eaters*), matusaléns, canhões de planadores (*glider guns*) e muitas outras – ver a página “O Léxico da Vida”, em <http://www.argentum.freemove.co.uk/lex.htm>, assim como o *LifeWiki*, em <http://conwaylife.com/wiki>.

Uma consequência interessante de um resultado de um dos pioneiros da teoria dos autómatos celulares, Edward F. Moore, é a existência de “jardins do éden”<sup>6</sup> – configurações para as quais não há um predecessor. O resultado é óbvio para o “Jogo da Vida” quando este é restrito a universos finitos (por exemplo, um rectângulo), pois a aplicação que leva uma configuração desse universo na configuração seguinte, não sendo injectiva, não é, neste caso, sobrejectiva, por haver apenas um número finito de configurações.


No entanto, a demonstração no caso do universo infinito no qual a “Vida” se desenrola é um pouco mais subtil – ver o artigo de Moore “Machine Models of Self-Replication”<sup>7</sup>. São conhecidos alguns jardins do éden (ver *LifeWiki*), mas não se sabe quais as dimensões mínimas que devem ter.

Para os aficionados da “Vida”, o autómato de Conway é designado pelo diminutivo *B3/S23* – “B” para “birth” e “S” para “survival” – ou seja, para nascer são necessários três vizinhos activos, para sobreviver

dois ou três, e nos casos restantes há morte ou não-activação, consoante o caso. Há algumas variantes que, mais recentemente, têm merecido especial atenção. Entre outras, os autómatos *B36/S23*, conhecido por *HighLife*, e *B3678/S34678*, conhecido por *Day&Night*. Para mais detalhes ver <http://members.pcug.org.au/~dbell>.

As últimas notícias relacionadas com o “Jogo da Vida” são divulgadas no site: <http://pentadecathlon.com/lifeNews>. Um dos desenvolvimentos mais recentes é a criação, em Julho do corrente ano, por Nathaniel Johnston<sup>8</sup>, do *The Online Life-Like CA Soup Search*, um estudo sistemático de sopas primordiais – configurações iniciais geradas aleatoriamente – com o objectivo de estudar a frequência relativa dos vários “organismos”: ver <http://conwaylife.com/soup>.

Usando os planadores e canhões de planadores, Conway<sup>9</sup> demonstrou que se pode construir uma máquina universal de Turing dentro do seu autómato celular. Ou seja, o “Jogo da Vida” é programável, podendo nele implementar-se um qualquer programa de computador. Em particular, existem configurações que se auto-reproduzem! Mais ainda, é de esperar que de “sopas primitivas” suficientemente grandes surjam algumas destas criaturas auto-reprodutoras<sup>10</sup>. Havendo matéria-prima em abundância, criaturas reprodutoras e mutações, que podem surgir simplesmente da interferência de outros organismos na reprodução (planadores, por exemplo, que podem desempenhar o papel de raios cósmicos), então a selecção natural aparece naturalmente... Será que existem “sopas” a partir das quais se desenvolvem organismos auto-reprodutores e inteligentes? Quais serão as dimensões mínimas de tais “caldos”? Será algum deles um jardim do éden?

Uma coisa é certa: mesmo na versão estruturalmente muito simples de Conway, a “Vida” tem ainda muitos mistérios por desvendar! 

<sup>6</sup>Nomenclatura obviamente inspirada na mitologia bíblica, com origens mesopotâmicas.

<sup>7</sup>Publicado em: R. Bellman (ed.), *Mathematical Problems in the Biological Sciences – Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*, XIV, American Mathematical Society, 1962, pp. 17–33, disponível em *Google Books*.

<sup>8</sup>Ver o anúncio no seu *blog*, em <http://www.nathanieljohnston.com/index.php/2009/07/the-online-life-like-ca-soup-search>.

<sup>9</sup>Ver o livro *Winning Ways*, acima citado.

<sup>10</sup>*Winning Ways*, pp. 848–849.