

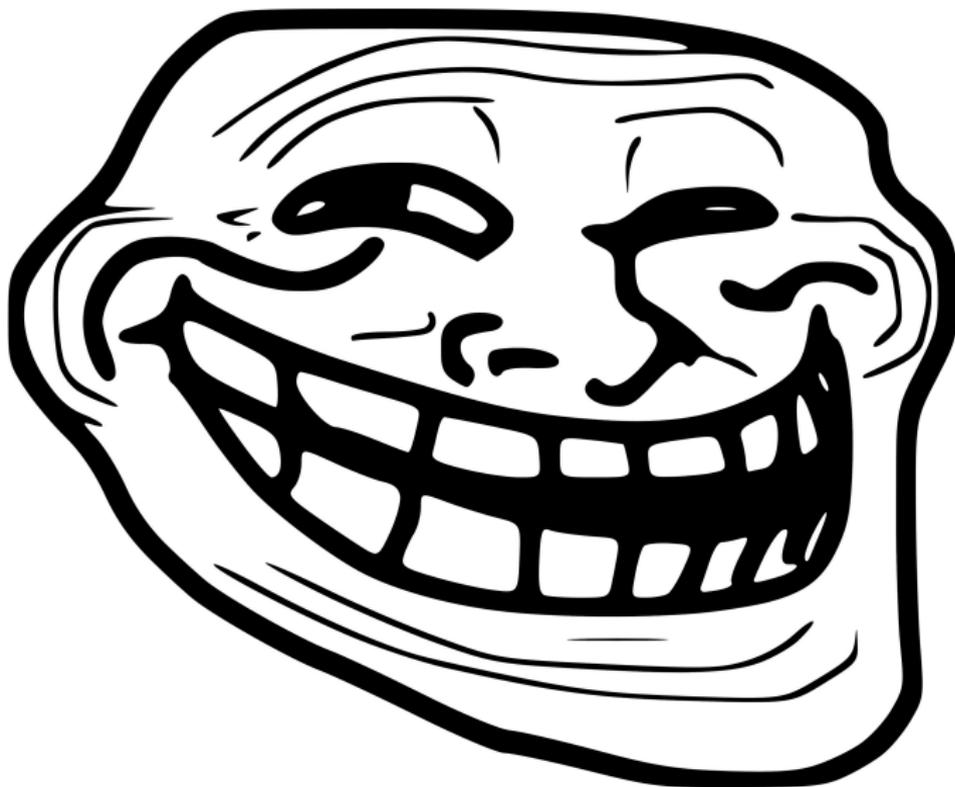
O Jogo da Vida

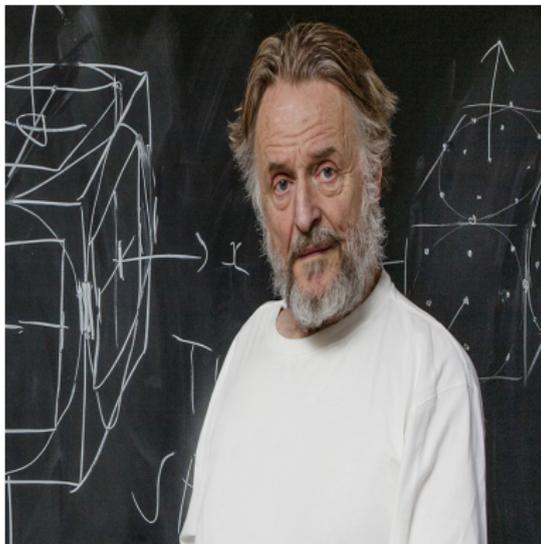
Bernardo Rivas

ICMC-USP

Tem até máquina de passar cartão!







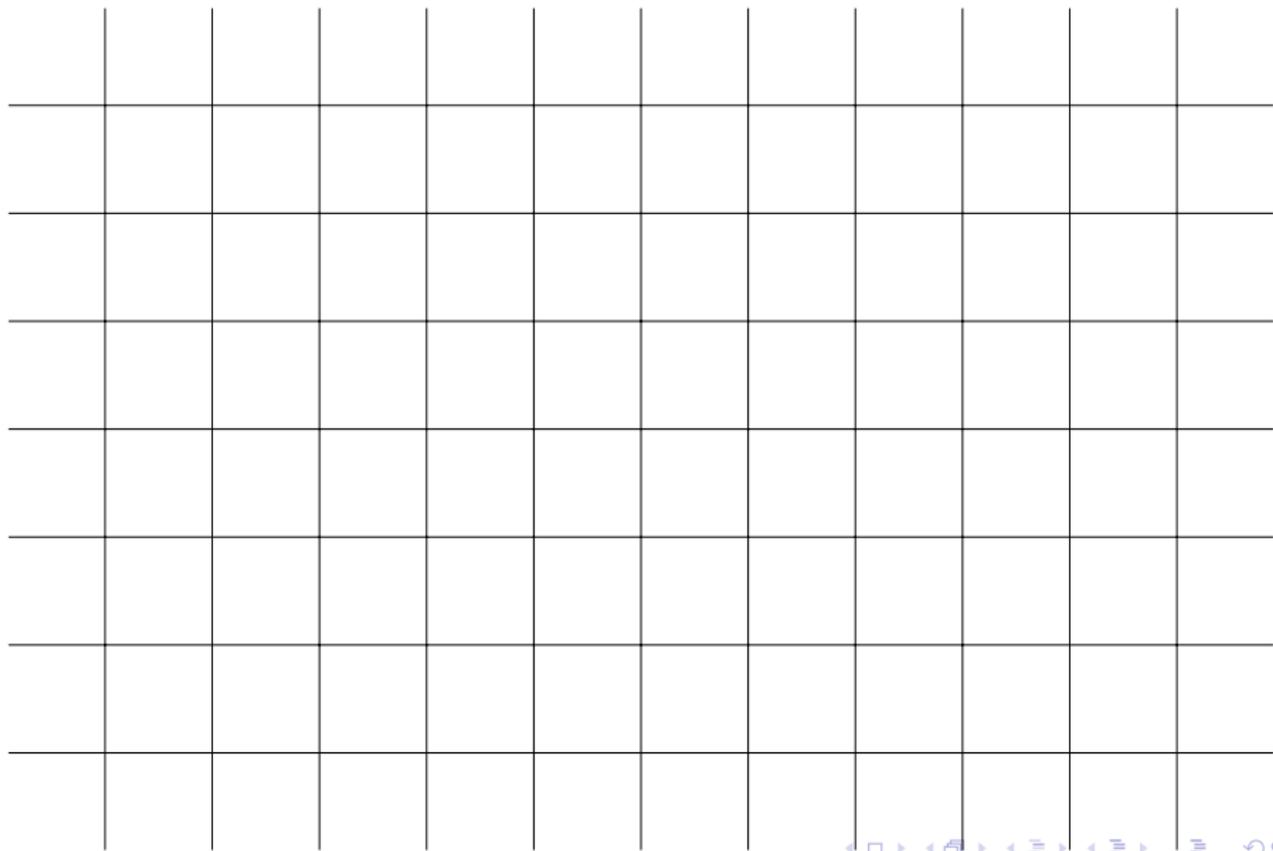
John Conway nasceu em Liverpool em 1937, se formou em Cambridge e atualmente é Professor Emérito em Princeton (EUA).

Ele tem várias contribuições em teoria de grupos finitos, teoria de nós, teoria dos números, etc. e uma das coisas que ele menos gosta é de ser reconhecido pelo Jogo da Vida.

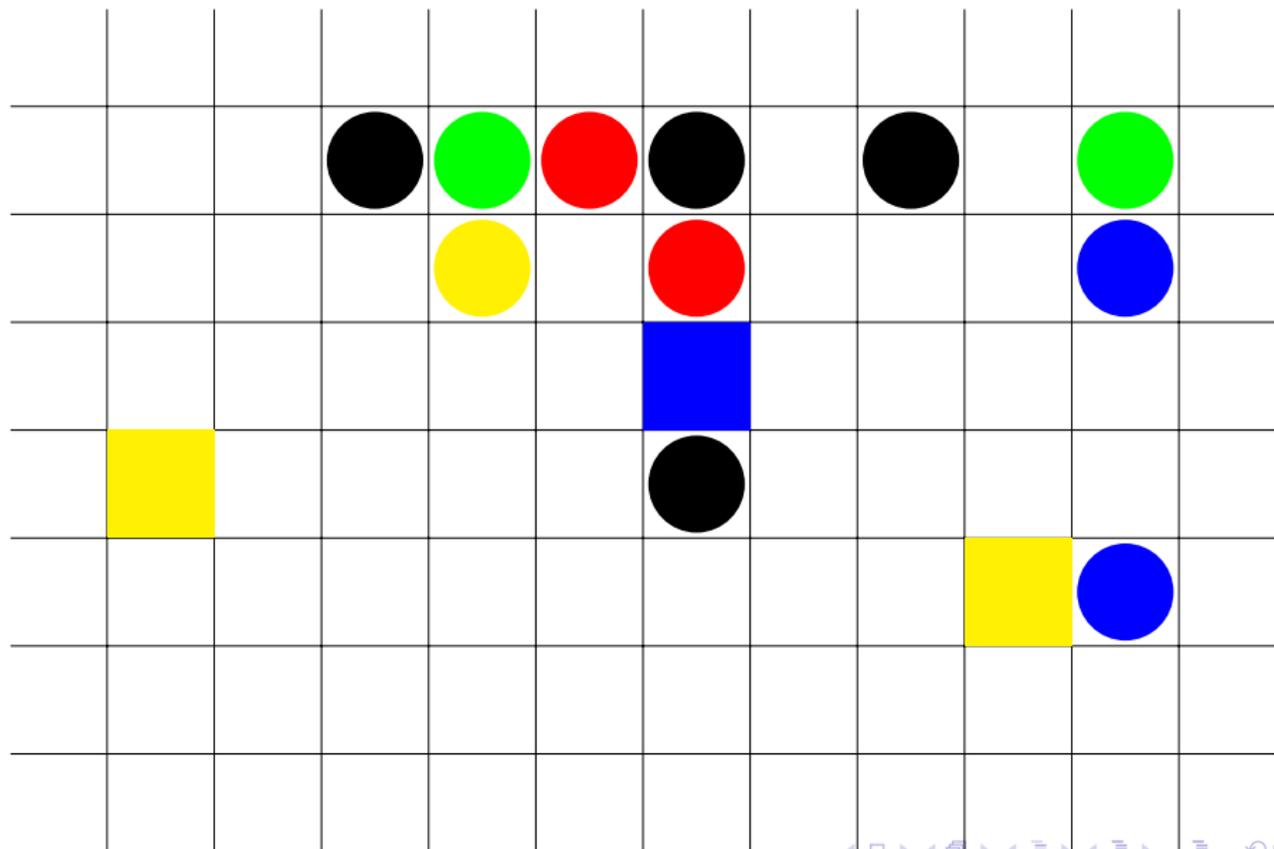


Conway estava interessado num problema proposto por Neumann de criar uma máquina hipotética que seria capaz de criar cópias de si mesmo. Neumann conseguiu descrever essa máquina, mas com regras bem complexas. Vejamos como seria um rabisco pitoresco.

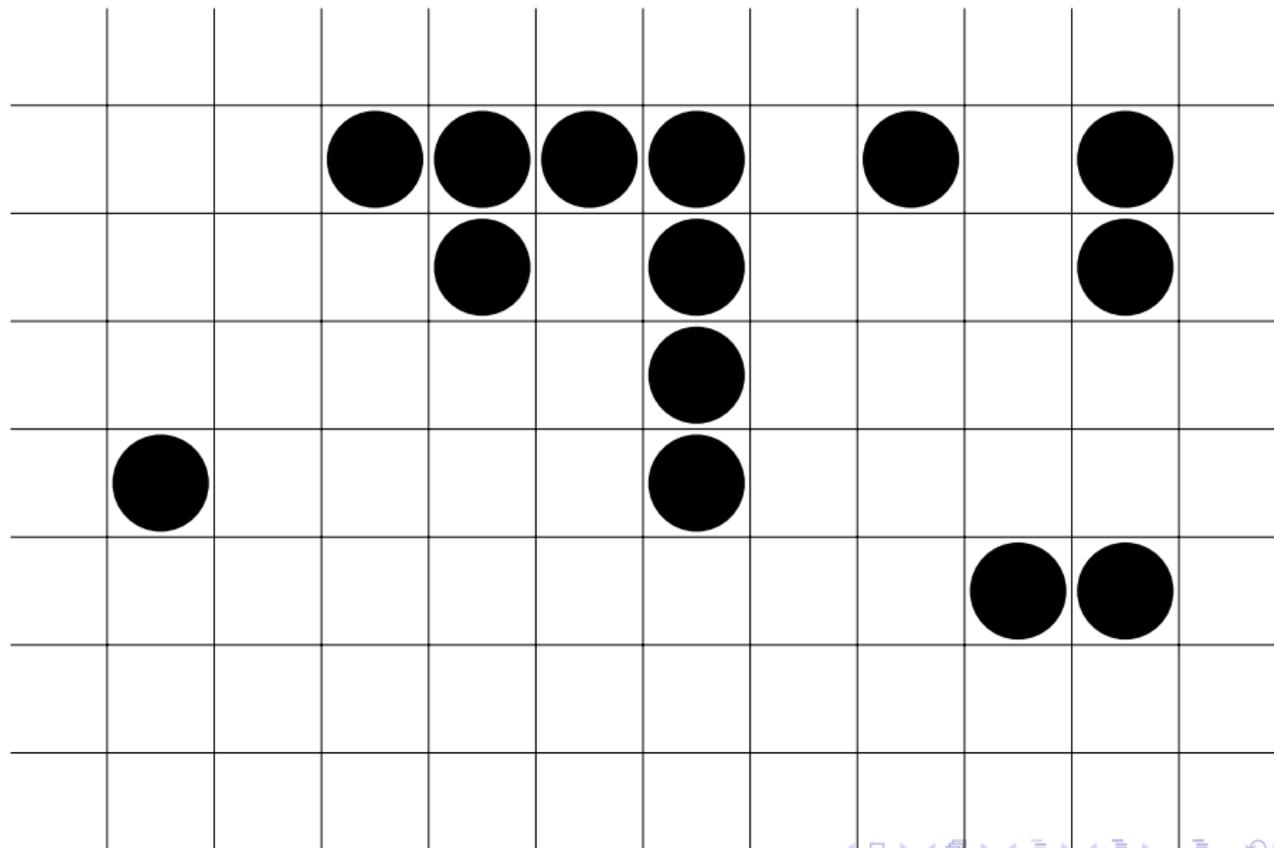
Game of Life



Game of Life

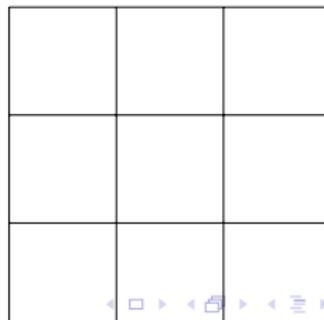
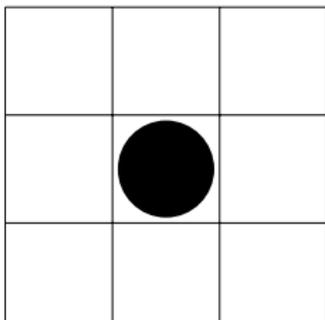
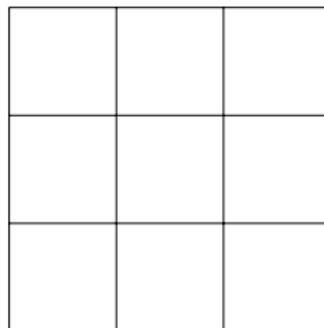
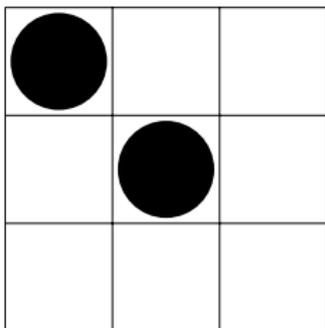


Game of Life

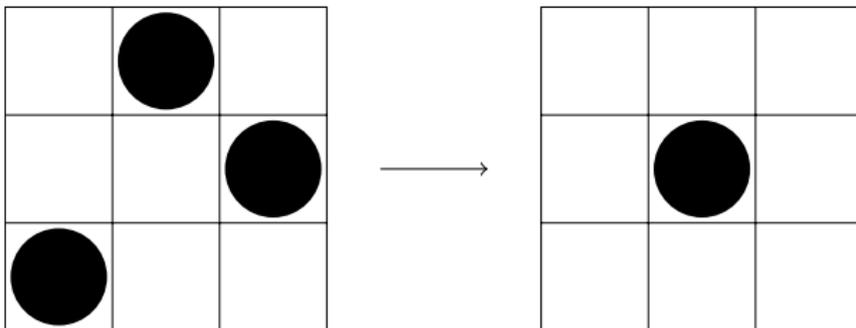


Isolamento

Uma célula viva num instante com menos de dois vizinhos morre no próximo instante.

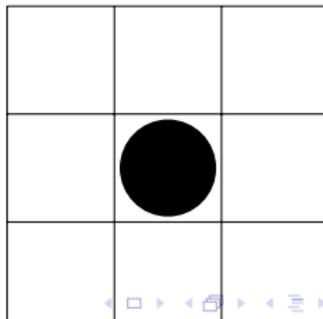
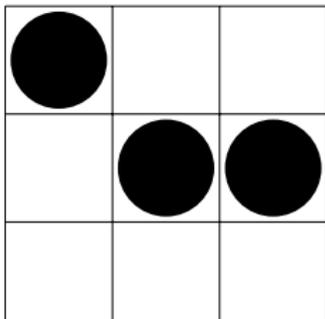
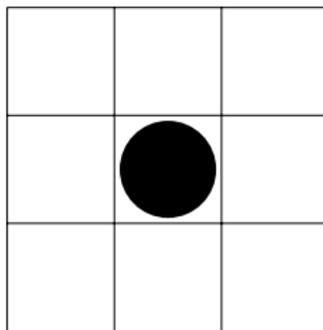
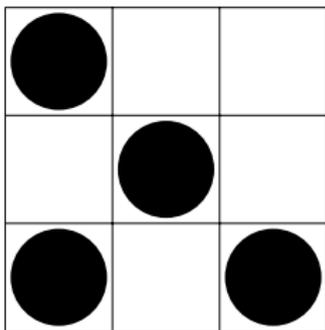


Uma célula morta num instante com exatamente três vizinhos vivos irá nascer no próximo instante.



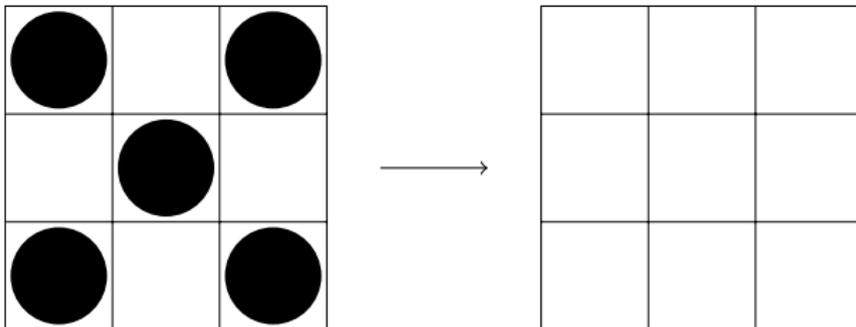
Survival/Sobrevivência

Uma célula viva num instante com dois ou três vizinhos permanece viva no próximo instante.



Overcrowding/Falta de comida

Uma célula viva num instante com quatro ou mais vizinhos morre no próximo.



O nome da nossa regra é B3/S23 (birth com 3, survival com 2 ou 3).
Podemos brincar agora :) Voluntários?

O nome da nossa regra é B3/S23 (birth com 3, survival com 2 ou 3).

Podemos brincar agora :) Voluntários?

Se alguém quiser brincar no celular, é só baixar um app chamado "Golly"

O nome da nossa regra é B3/S23 (birth com 3, survival com 2 ou 3).

Podemos brincar agora :) Voluntários?

Se alguém quiser brincar no celular, é só baixar um app chamado "Golly"

Bom, várias estruturas foram aparecendo. Vamos ver algumas.

- Estáveis ou (still-life).

O nome da nossa regra é B3/S23 (birth com 3, survival com 2 ou 3).

Podemos brincar agora :) Voluntários?

Se alguém quiser brincar no celular, é só baixar um app chamado "Golly"

Bom, várias estruturas foram aparecendo. Vamos ver algumas.

- Estáveis ou (still-life).
- Periódicas ou (oscillators).

O nome da nossa regra é B3/S23 (birth com 3, survival com 2 ou 3).

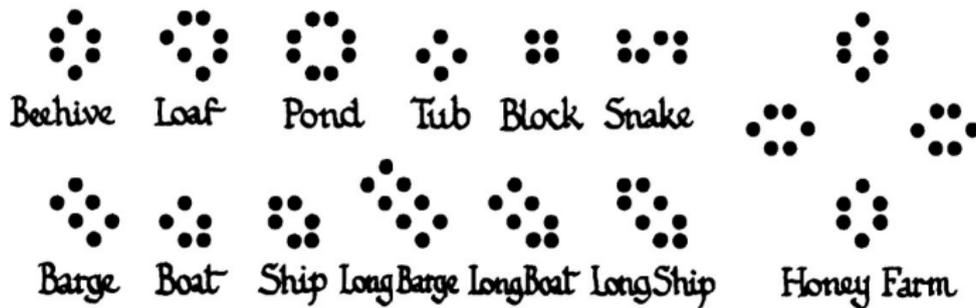
Podemos brincar agora :) Voluntários?

Se alguém quiser brincar no celular, é só baixar um app chamado "Golly"

Bom, várias estruturas foram aparecendo. Vamos ver algumas.

- Estáveis ou (still-life).
- Periódicas ou (oscillators).
- Planador (glider), espaçonaves (spaceships) e armas (guns).

Still lifes



Esses são melhores de visualizar no Golly:

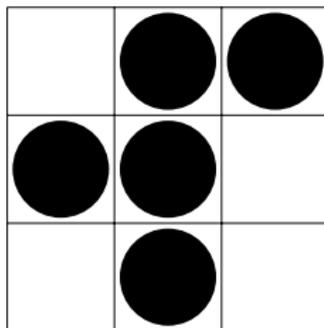
- Período 2: Blinker, Toad
- Período 15: Pentadecathlon

Esses são melhores de visualizar no Golly:

- Período 2: Blinker, Toad
- Período 15: Pentadecathlon

Acredita-se que o Jogo da Vida tenha osciladores para todos os períodos, mas ainda não foram encontrados osciladores de períodos 19, 23, 34, 38 e 41. Para períodos iguais ou acima de 61, Herschel desenvolveu um método para criar. Por exemplo, esse de período 106.079.214.841.

R-Pentomino



Spaceships são objetos que se repetem depois de uma certa quantidade de gerações com a mesma orientação mas numa posição diferente. Veremos três tipos no Golly.

Valendo \$50 em 1970 para o primeiro que provasse até o fim do ano

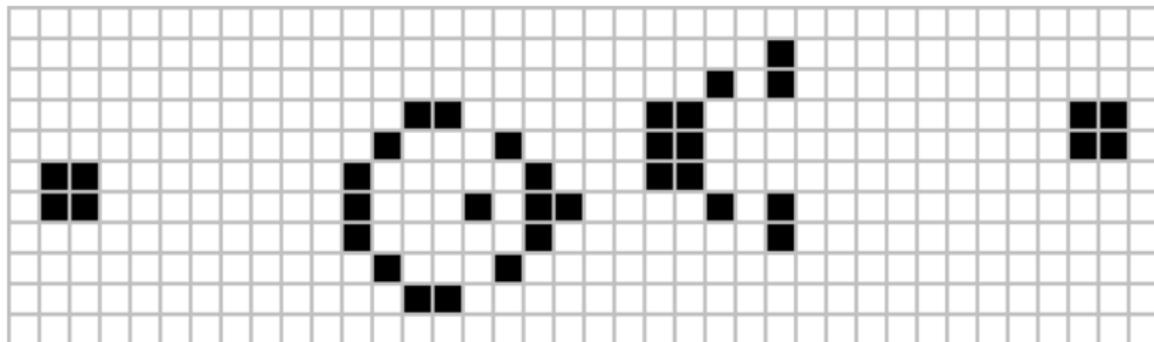
Conjectura

Nenhuma configuração inicial tem crescimento populacional ilimitado.

Os \$50 de 1970 seria o equivalente a \$320 em 2017, ou seja, um pouco mais de R\$1.000,00.

Ainda em 1970...

Bill Gosper (MIT) descobriu a primeira (!) Glider gun e levou os \$50 do Conway.





O último padrão que vamos ver é o Jardim do Éden (ou órfão, pois não possui configuração mãe). No livro “Winning Ways for your Mathematical Plays”, o Conway prova que existe um Jardim do Éden num quadrado de lado 232.581.600



O último padrão que vamos ver é o Jardim do Éden (ou órfão, pois não possui configuração mãe). No livro “Winning Ways for your Mathematical Plays”, o Conway prova que existe um Jardim do Éden num quadrado de lado 232.581.600

Teorema

Para qualquer automação celular, existe um Jardim do Éden/Órfão se, e somente se, existir duas configurações gêmeas.



O último padrão que vamos ver é o Jardim do Éden (ou órfão, pois não possui configuração mãe). No livro “Winning Ways for your Mathematical Plays”, o Conway prova que existe um Jardim do Éden num quadrado de lado 232.581.600

Teorema

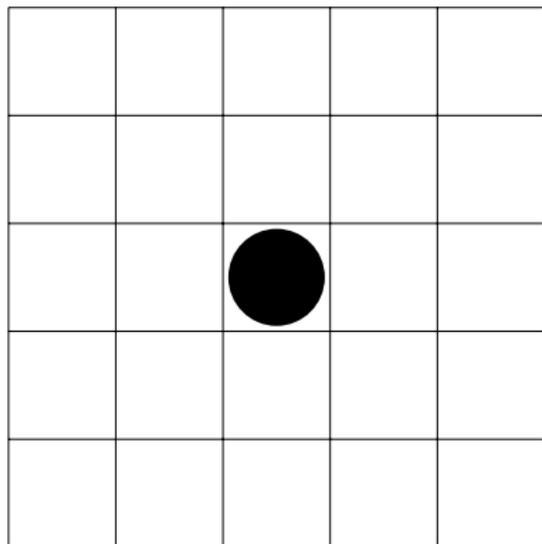
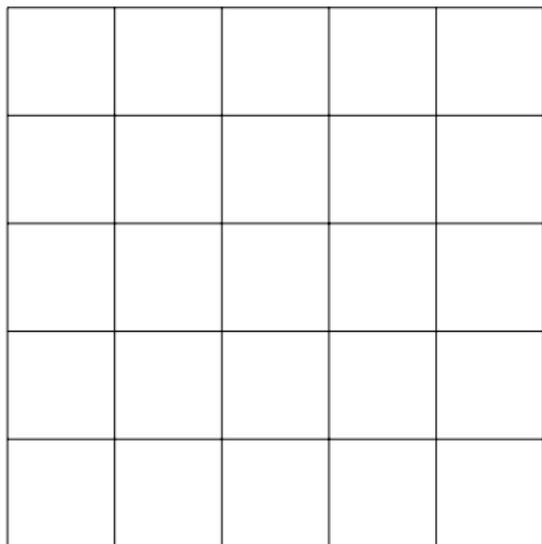
Para qualquer automação celular, existe um Jardim do Éden/Órfão se, e somente se, existir duas configurações gêmeas.

Configs gêmeas

Vamos dizer que duas configurações P e Q são gêmeas se ao trocarmos P por Q o jogo continua o mesmo.

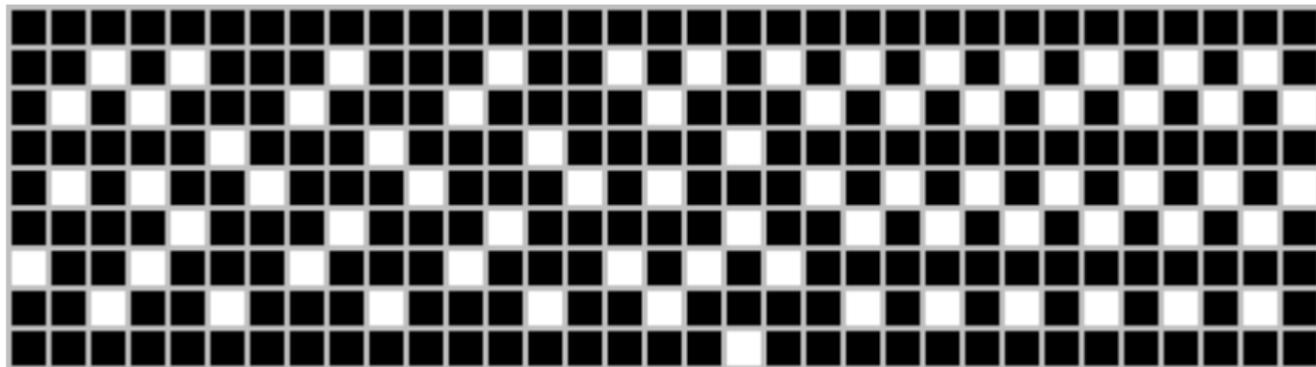
Configs gêmeas

Vamos dizer que duas configurações P e Q são gêmeas se ao trocarmos P por Q o jogo continua o mesmo. Duas configurações gêmeas no Game of Life são:



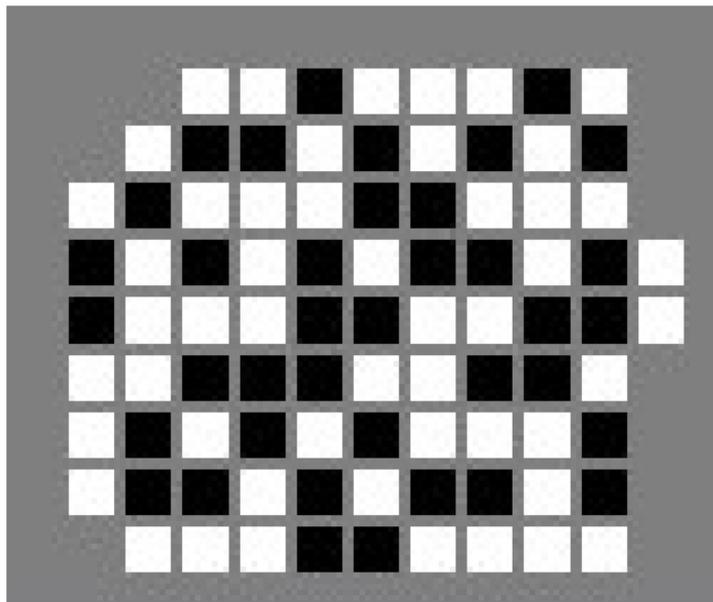
O primeiro Jardim do Éden

O primeiro Jardim do Éden explícito foi identificado por R. Banks em 1971 com dimensões 9×33 .



O menor Jardim do Éden até então

Em Janeiro de 2017, Steven Eker identificou o seguinte (11×9) .



Definição

Uma máquina de Turing é um modelo abstrato de um computador.



Definição

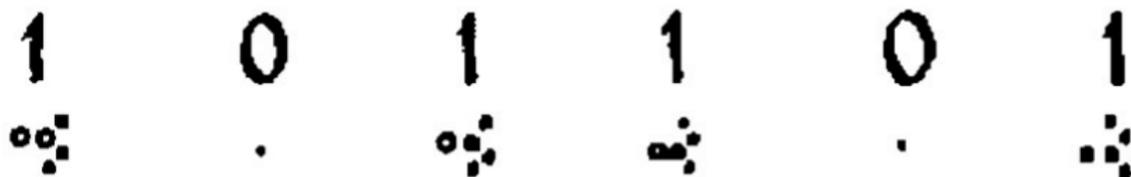
Uma máquina de Turing é um modelo abstrato de um computador.



O jogo da vida é uma máquina de Turing universal. Basicamente, ela pode calcular qualquer coisa calculável.

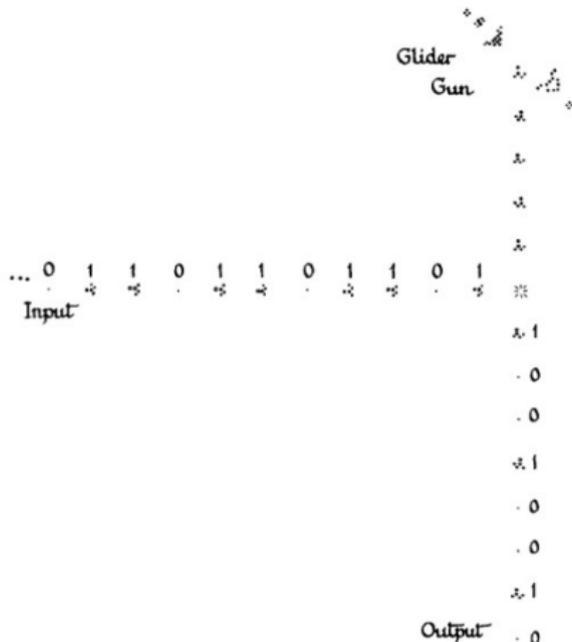
Como??

Assim como o computador trata informação binária, vamos fazer um feixe de Gliders representar essa informação. Se houver glider, será 1. Se não houver, 0.



Colisão de Gliders

Por exemplo, façamos a negativa de uma certa entrada de valores. A ideia é que a colisão de gliders faça ambos desaparecerem. Se houver um planador no input, eles colidem e viram o 0. Se não houver, o planador passa e vira 1.



O que mais podemos fazer?

O que mais podemos fazer?

Podemos calcular primos usando o Primer.

O que mais podemos fazer?

Podemos calcular primos usando o Primer. Se na geração $120*n+100$, a espaçonave passar do pentadecatlo, então n é primo. Será que 2017 é primo?

O que mais podemos fazer?

Podemos calcular primos usando o Primer. Se na geração $120*n+100$, a espaçonave passar do pentadecatlo, então n é primo. Será que 2017 é primo? $120*2017+100=242.140$. Vejamos...

O que mais podemos fazer?

Podemos calcular primos usando o Primer. Se na geração $120*n+100$, a espaçonave passar do pentadecatlo, então n é primo. Será que 2017 é primo? $120*2017+100=242.140$. Vejamos...

Podemos jogar Tetris [▶ Link](#)

O que mais podemos fazer?

Podemos calcular primos usando o Primer. Se na geração $120*n+100$, a espaçonave passar do pentadecatlo, então n é primo. Será que 2017 é primo? $120*2017+100=242.140$. Vejamos...

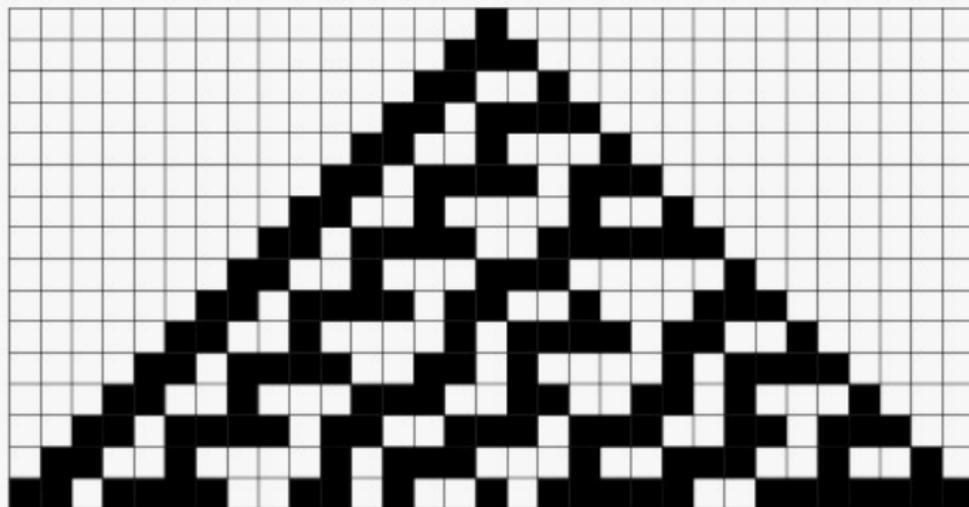
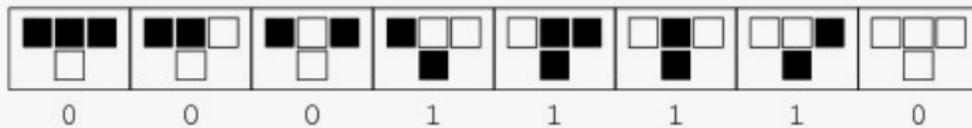
Podemos jogar Tetris [▶ Link](#)

Ou mesmo ver as horas. [▶ Link](#)

Existem diversas variações do jogo. Por exemplo, nas regras

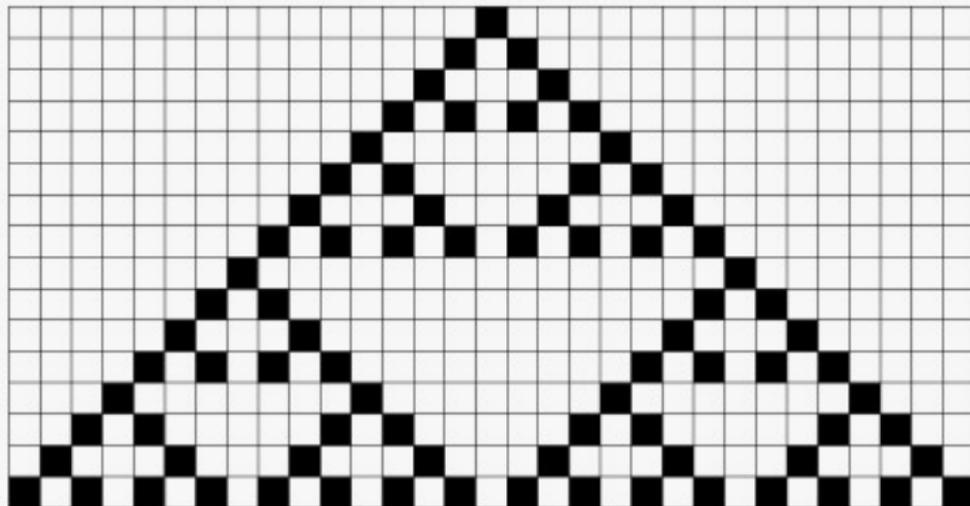
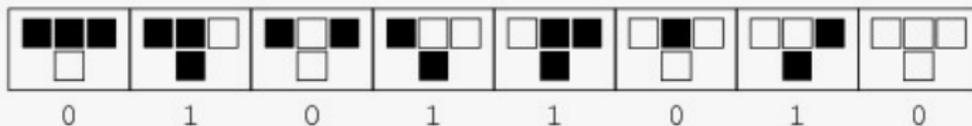
- HighLife B23/S36 tem comportamento caótico.
- Day & Night B34678/S3678 tem comportamento estável.

rule 30

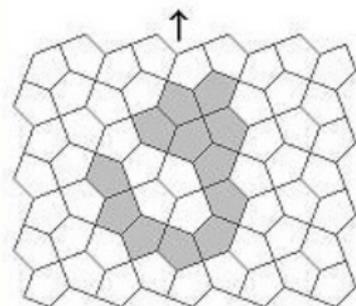


Na dimensão

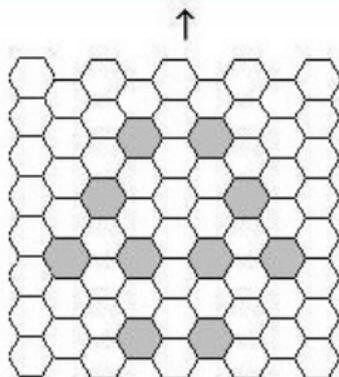
rule 90



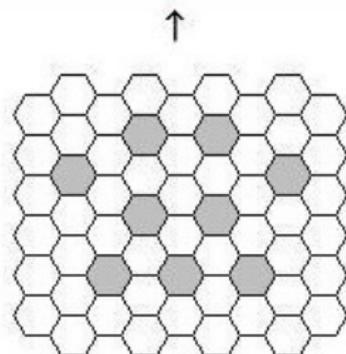
Ou alterações no formato das células



2,3/3,4,6
period = 48



3,5/2
period = 5

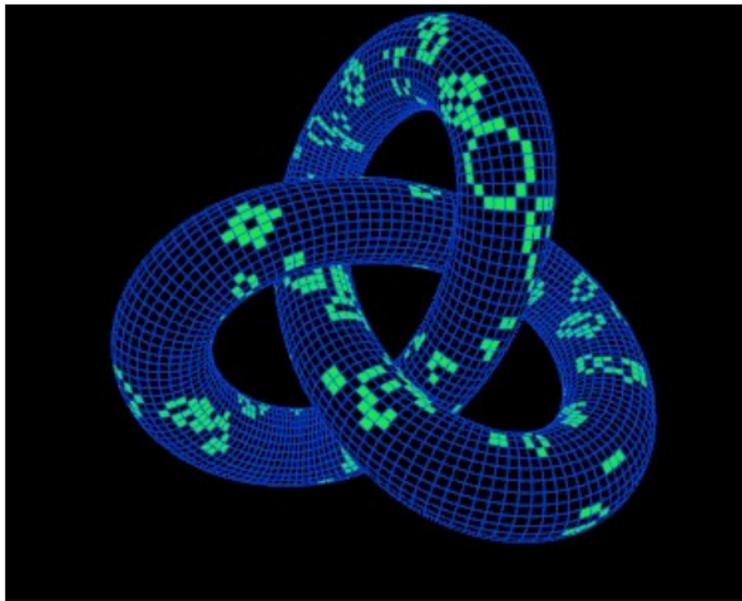


3/2,4,5
period = 10

NOTE: these have been installed on the
Hexagonal CA applet

Gliders in Pentagonal and Hexagonal variations of Life.

Ou até mesmo na superfície



-  Elwin R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy
Winning Ways for your Mathematical Plays, Volume 4. .
-  A community for Conway's Game of Life and related cellular automata
<http://www.conwaylife.com/>
-  A discussion of the Game of Life
<http://web.stanford.edu/~cdebs/GameOfLife/>
-  Cellular Automata FAQ, Edited by Tim Tyler.
<http://cafaq.com>
-  Conway's Game of Life (outdated)
<http://www.ibiblio.org/lifepatterns/>
-  Conway's Game of Life (outdated)
<http://kaytdek.trevorshp.com/projects/computer/neuralNetworks/gameOfLife.htm>