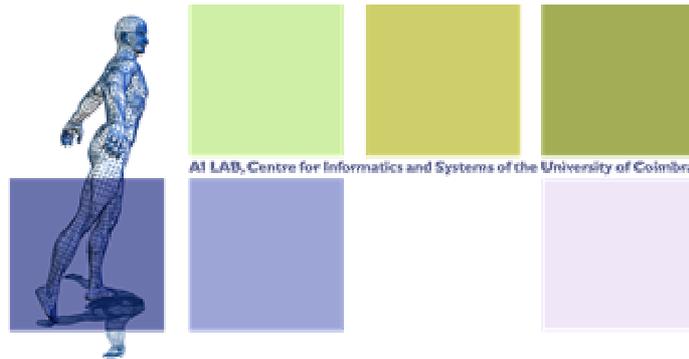


# Evolução Artificial e Arte



Penousal Machado

## Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
- Comentários Finais



## Introdução

### Inteligência Artificial

- Aplicações tipicamente associadas à Inteligência Artificial:
  - Xadrez
  - Diagnóstico médico
  - Resolução de Problemas
  - Optimização
  - ...
- Inteligência é mais do que isso... 

3



## Introdução

### Arte Artificial

- Vivemos na era da arte digital
  - A máquina substitui o pincel como veículo para o desenvolvimento da criatividade do artista.
- Mas isto é apenas o início de uma revolução.
- Acreditamos num futuro em que a arte não é uma actividade exclusiva dos humanos
  - Em que a máquina é mais do que uma ferramenta, transformando-se num verdadeiro artista artificial.

4



## Introdução

### A nossa abordagem



- Ninguém sabe como construir um Artista Artificial
  - Quanto mais não seja porque ninguém sabe como funciona um artista
- Solução:
  - Evoluir em vez de programar
- Efeitos Secundários
  - Comportamento inesperado
  - Continuaremos sem saber como funciona
  - A evolução requer tempo

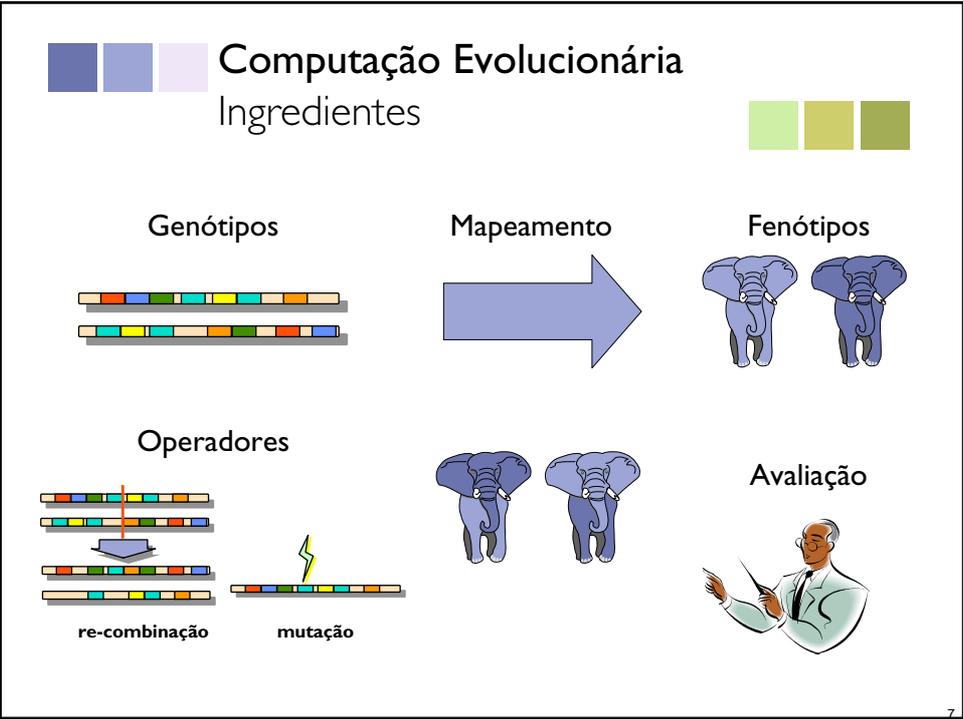
5



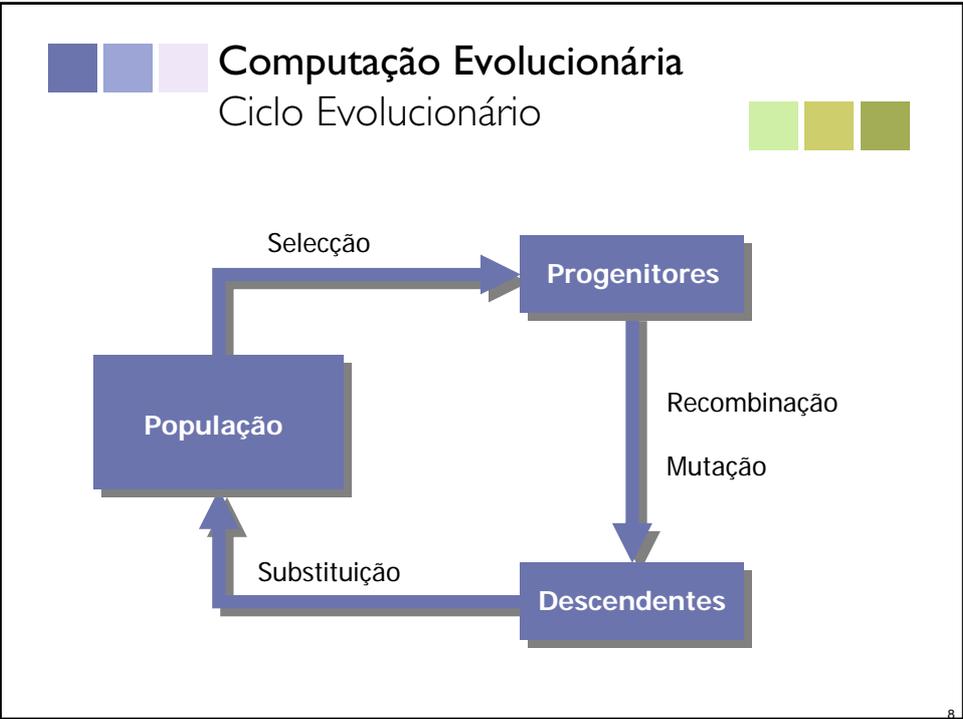
## Estrutura

- 
- Introdução
  - Computação Evolucionária
  - Arte Evolucionária
  - Arte Evolucionária @ FCTUC
  - Comentários Finais

6



7



8



## Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
  - Terminologia
  - Criatividade Assistida por Computador
- Arte Evolucionária @ FCTUC
- Comentários Finais

9



## Sistemas Criativos

### Terminologia



- Ferramentas de Apoio à Criatividade
  - O utilizador é responsável pela geração da ideia.
- Criatividade Assistida por Computador
  - A ideia nasce da interação entre utilizador e ferramenta.
- Artistas Artificiais
  - O computador é responsável pela geração da ideia.

10

## Criatividade Assistida por Computador

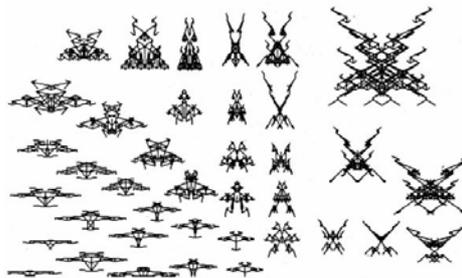
- Evolução Interactiva
  - Sistema evolucionário standard
  - O utilizador avalia os indivíduos
- Dependendo do domínio de aplicação e características do sistema, pode resultar em [Criatividade Assistida por Computador](#).
- Abordagem popular na geração de música e imagem

11

## Criatividade Assistida por Computador

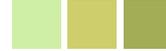
Richard Dawkins

- The Blind Watchmaker, 1987.
  - Evolução da morfologia de criaturas virtuais.
  - Algoritmo Genético
  - Evolução guiada pelo Utilizador



12

■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador  
Karl Sims



■ Programação Genética

- Evolução de programas que geram imagens.



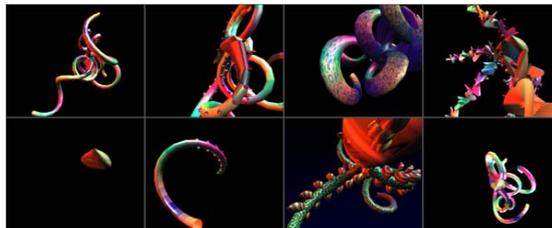
<http://www.biota.org/ksims/>

13

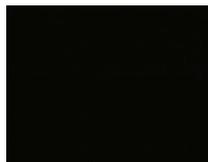
■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador  
Karl Sims



■ Galapagos



■ Primordial Dance



<http://www.biota.org/ksims/>

14



# Criatividade Assistida por Computador

William Latham



## Inspiração

- Crescimento de cristais
- Repetição



<http://www.artworks.co.uk>

15



# Criatividade Assistida por Computador

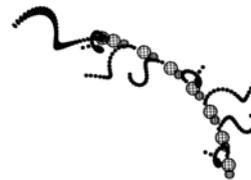
William Latham



## Primitivas



## Combinação



```

hh1: = horn ribs (20) /* make a horn with 20 ribs */
      sphere (0.4) /* out of spheres */
      stack (12) twist (400,2) bend (60); /* deformed thus */

horn: = (horn ribs (20) /* another horn */
        sphere (1) /* uses three input forms */
        sphere (1.5) /* two sphere of different size */
        (csg (hh1) xrot (90)) /* and the old horn */
        stack (40) twist (400) bend (40))

c /* This makes a list of horns */
(horn ribs (40) /* that joins this one */
 ellipsoid (1, 0.5, 0.3) /* to the tail of the other. */
 stack (20) twist (400,4) bend (40))

```

<http://www.artworks.co.uk>

16

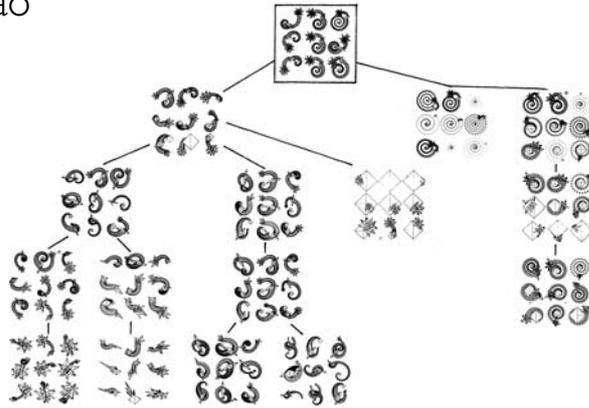


# Criatividade Assistida por Computador

William Latham



## ■ Exploração



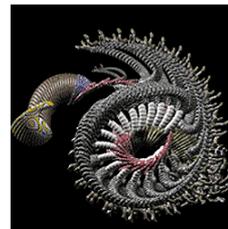
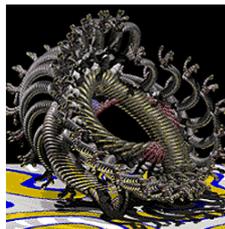
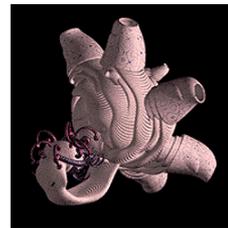
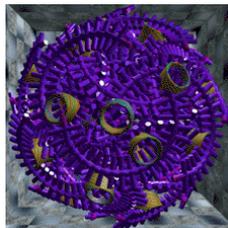
<http://www.artworks.co.uk>

17



# Criatividade Assistida por Computador

William Latham



<http://www.artworks.co.uk>

18



## Criatividade Assistida por Computador

Jon McCormack



19



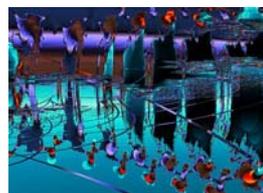
## Criatividade Assistida por Computador

Steven Rooke



■ Abordagens semelhante à de K. Sims

■ Primitivas fractais



20



## Criatividade Assistida por Computador

Matthew Lewis



### ■ Algoritmo Genético

- Evolução de shaders para RenderMan
- Evolução paramétrica
- 250 parametros



<http://www.cgrg.ohio-state.edu/~mlewis>

21

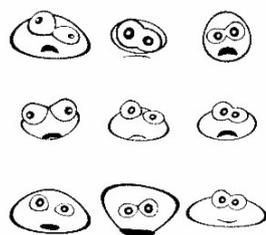


## Criatividade Assistida por Computador

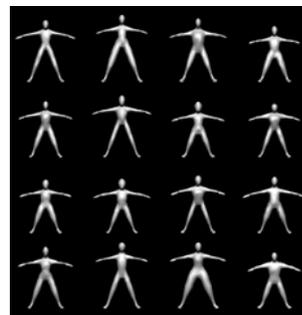
Matthew Lewis



### ■ Animações



### ■ Figuras Humanas



<http://www.cgrg.ohio-state.edu/~mlewis>

22



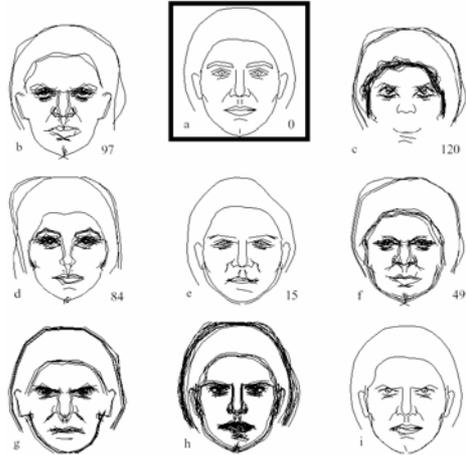
## Criatividade Assistida por Computador

Ellie Baker



■ Algoritmo Genético

■ Desenhos



[http://people.deas.harvard.edu/users/students/Ellen\\_Baker/Ellen\\_Baker.html](http://people.deas.harvard.edu/users/students/Ellen_Baker/Ellen_Baker.html)

23

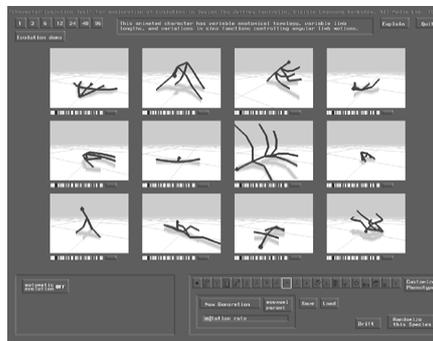


## Criatividade Assistida por Computador

Jeffery Ventrella



■ [Disney Meets Darwin](#)

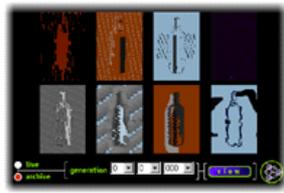


<http://www.disneymeetsdarwin.com/>

24

Criatividade Assistida por Computador  
Jeffery Ventrella & Kevin Kelly

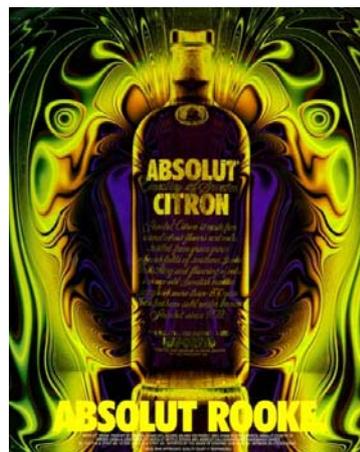
Garrafas de Absolut Vodka



25

Criatividade Assistida por Computador  
Vodka e Criatividade?

Steven Rooke  
Anuncio para Absolut  
Vodka



26

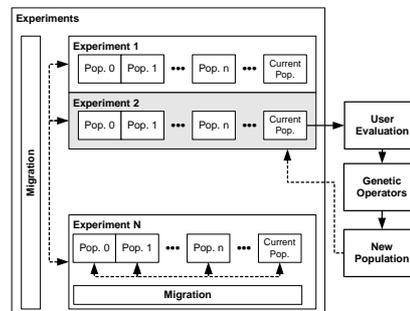
## Estrutura

- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
  - Criatividade Assistida por Computador
  - Inicialização não aleatória
  - Automatização parcial da avaliação
  - Artista Artificial
  - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

27

## Criatividade Assistida por Computador NEvAr

- NEvAr
  - Abordagem semelhante à de Sims
  - Programação Genética
- Objectivo
  - Construir um artista artificial



<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

28

## Criatividade Assistida por Computador

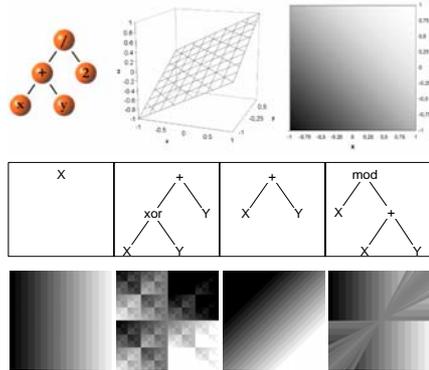
### NEvAr - Representação

Os indivíduos são árvores

- Conjunto de funções
  - + , - , x , % , sin , if , xor , ...
- Conjunto de terminais
  - x , y , constantes
  - vectores-3d (utilizados para introduzir cor)

Exemplo:

$$f(x,y) = (x+y)/2$$



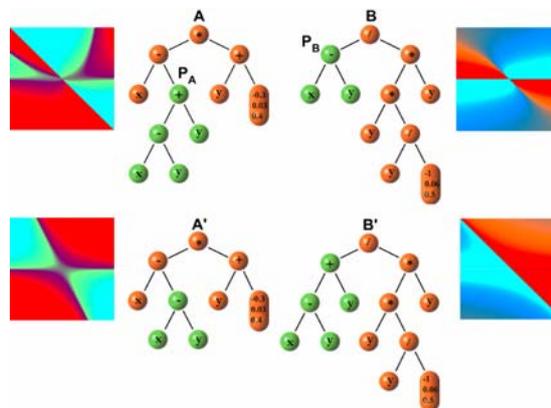
29

## Criatividade Assistida por Computador

### NEvAr- Operadores Genéticos

Mutação

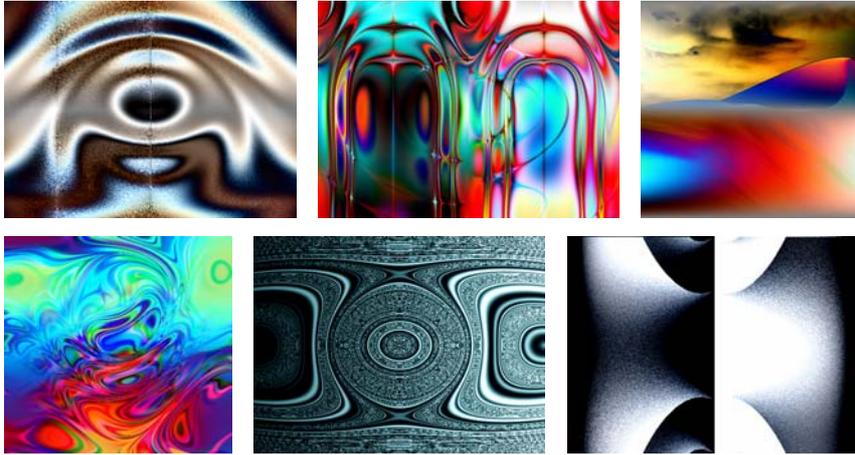
Recombinação



30



# Criatividade Assistida por Computador NEvAr

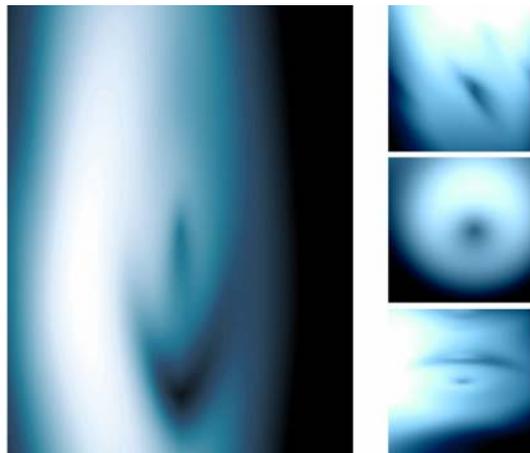


<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

31



# Criatividade Assistida por Computador NEvAr



32



## Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
  - Criatividade Assistida por Computador
  - Automatização parcial
  - Artista Artificial
  - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

33



## NEvAr

### Automatização Parcial



- Ideia base:
  - A complexidade das imagens é uma característica importante do ponto de vista estético.
- Estimar a complexidade de imagem utilizando compressão fractal e jpeg.
  - Erro/Taxa de Compressão
- Utilizar as estimativas para comparar e avaliar imagens.
- Limitações:
  - Só lida com imagens em tons de cinzento.

<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

34

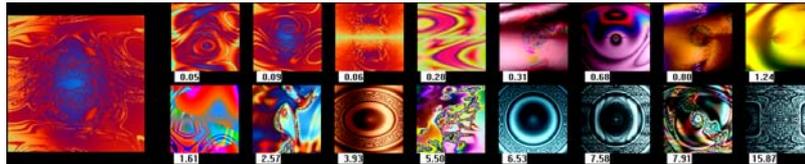
■ ■ ■ NEvAr

Automatização Parcial

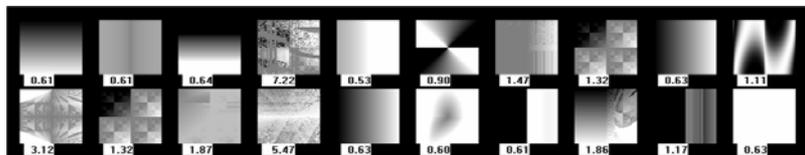


■ Inicialização não aleatória

■ Recolha de imagens com base na complexidade



■ Filtragem



35

■ ■ ■ NEvAr

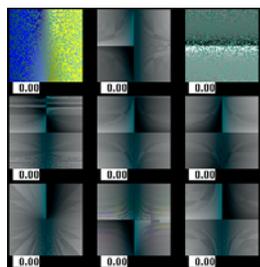
Parcialmente Interactivo



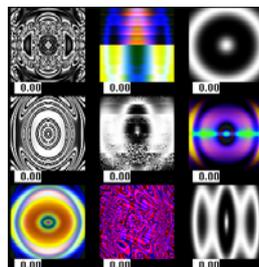
■ Objectivo

■ Diminuir o cansaço do utilizador

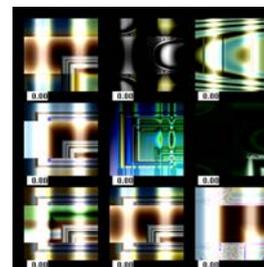
■ Obter imagens colorações interessantes



3 gerações



20 gerações



20 gerações, 3 avaliações

36

## Estrutura



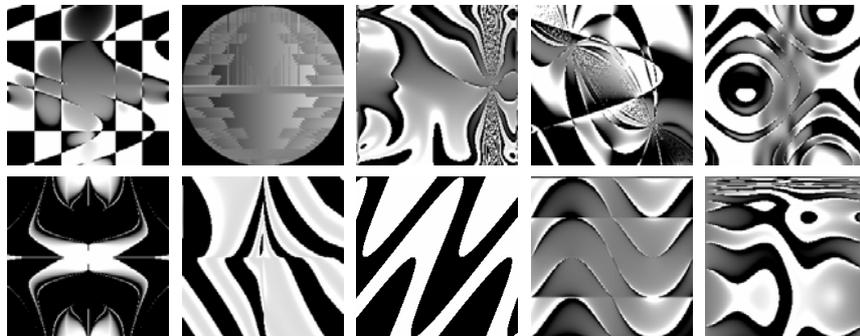
- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
  - Criatividade Assistida por Computador
  - Automatização parcial
  - Artista Artificial
  - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

37

## NEvAr Artista Artificial



- Preferir imagens simultaneamente complexas e simples de processar



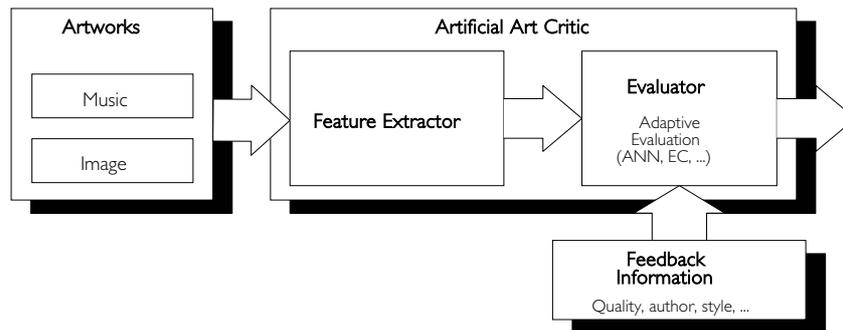
<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

38

## Críticos de Arte Artificiais

### Arquitectura

■ Artista Artificial = Criador + Crítico



39

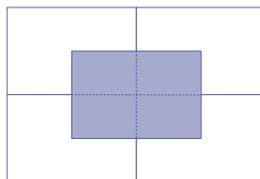
## Críticos de Arte Artificiais

### Arquitectura

■ Métricas

- Estimativas de Complexidade
- Dimensão Fractal de vários atributos
- Distribuição de Zipf de de vários atributos

■ Particionar a imagem e repetir



40



## Resultados Experimentais

### Tarefas de identificação



#### Tarefa:

- Identificar o autor de determinada obra.

#### Resultados

- 6 Autores
- 802 Pinturas
  - 561 para treino
  - 241 para teste
- Taxa de Sucesso  $\cong$  93%

<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

41



## Resultados Experimentais

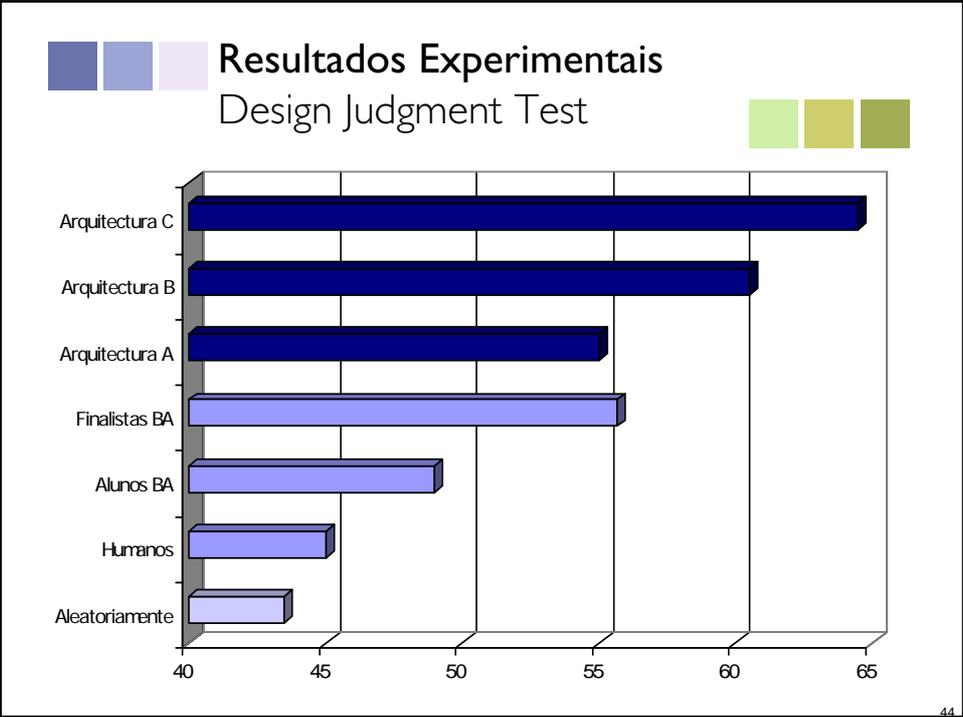
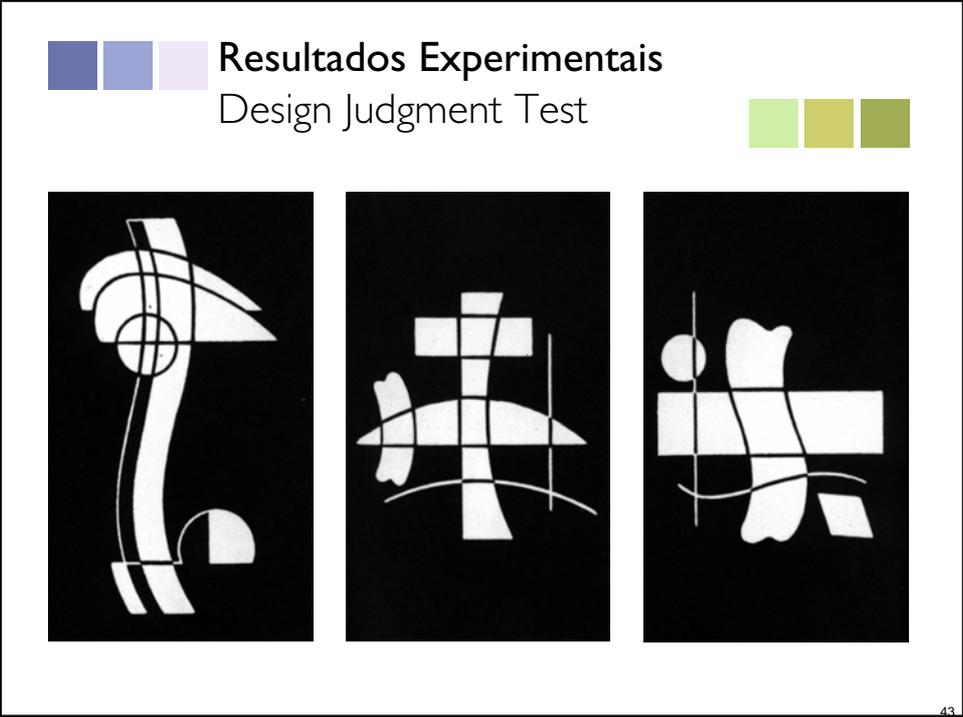
### Design Judgment Test



#### Design Judgment Test

- Teste Psicológico desenvolvido por Maitland Graves
- Avalia a resposta humana a certos princípios estéticos
- Coposto por 90 páginas, cada página contém um conjunto de imagens.
  - Uma das imagens obedece a princípios estéticos.
  - As restantes violam pelo menos um princípio.

42



## Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
  - Criatividade Assistida por Computador
  - Automatização parcial
  - Artista Artificial
  - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

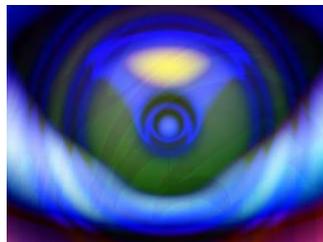
45

## Trabalho em Curso

Vídeo



- Morphing Genético



Movie.avi

movie-twin.avi

46



## Trabalho em Curso

Artista Artificial



### ■ Crítico de Arte Artificial

- Rede neuronal treinada para distinguir entre imagens do NEvAr e Pinturas

### ■ Criador

- NEvAr

### ■ Objectivo

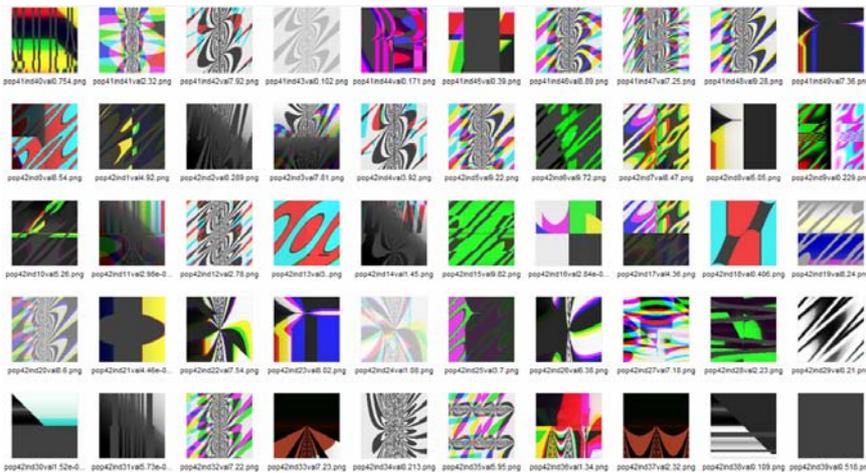
- Variação Estilística

47



## Trabalho em Curso

Artista Artificial

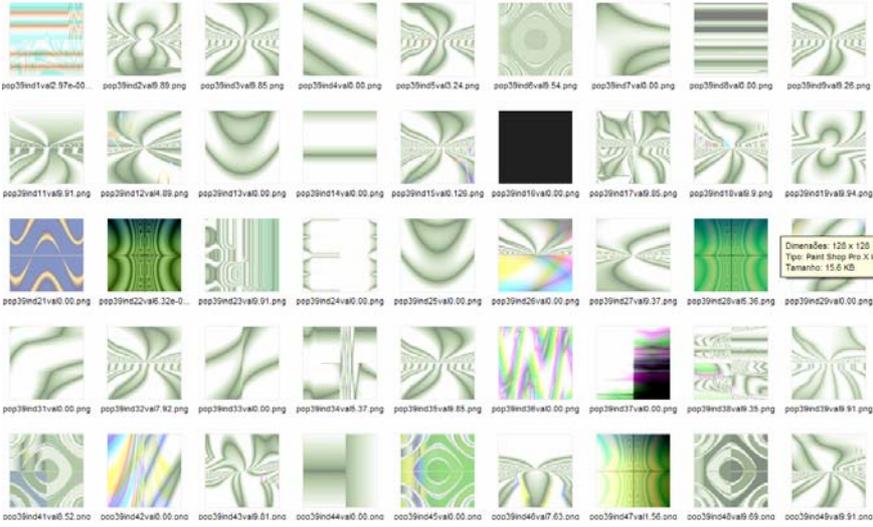


48

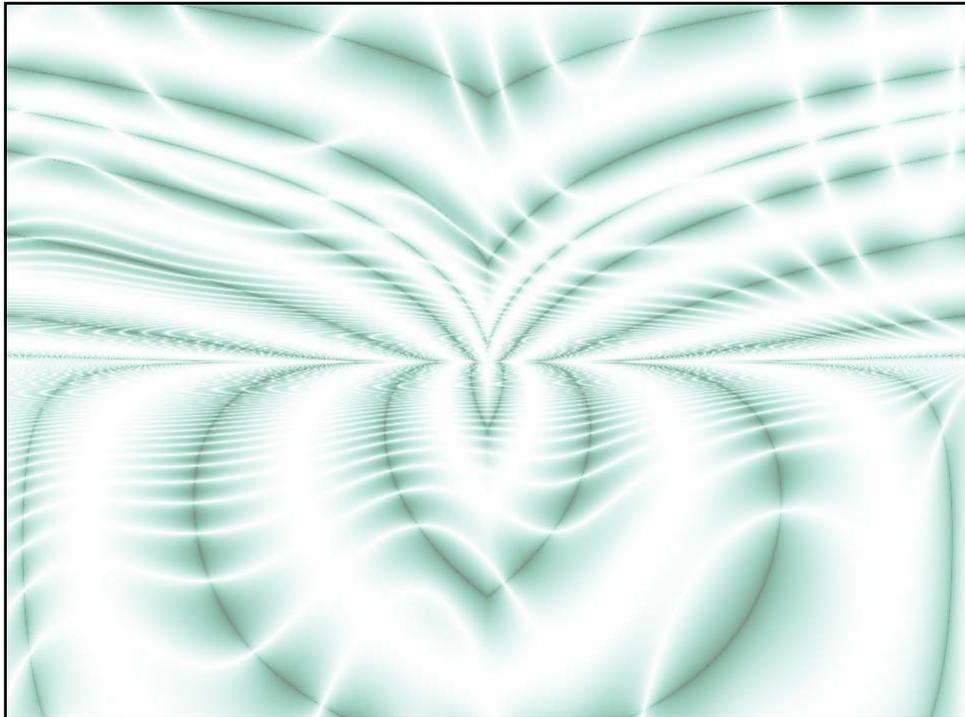


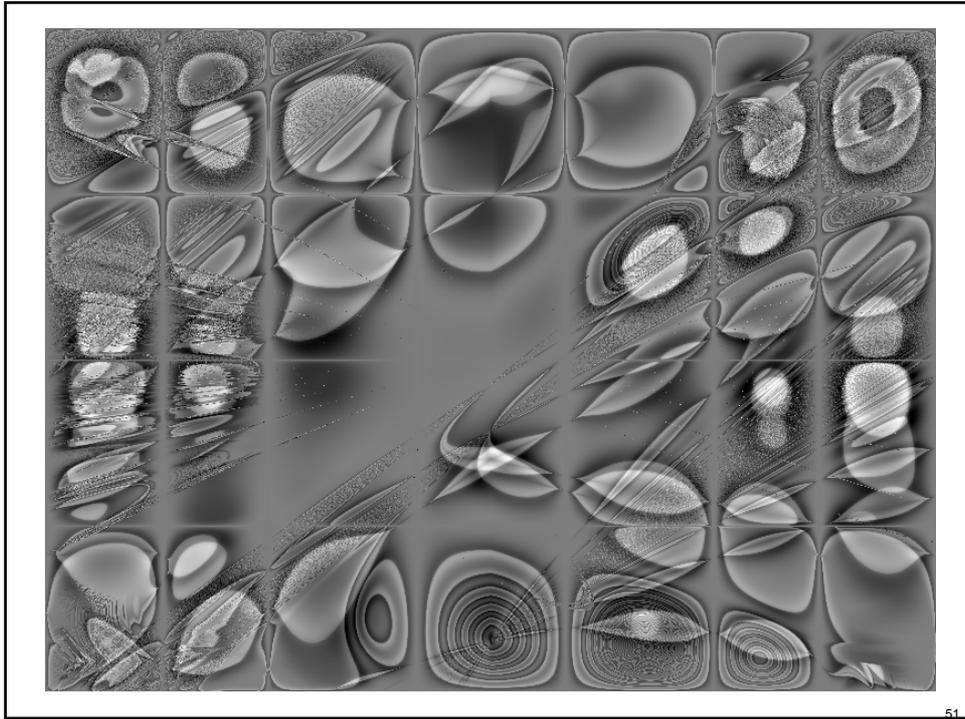
# Trabalho em Curso

## Artista Artificial



49





51

 Estrutura



-  Introdução
-  Computação Evolucionária
-  Arte Evolucionária
-  Arte Evolucionária @ FCTUC
-  Comentários Finais

52



## Comentários Finais



- Há ainda um longo caminho a percorrer...
  - Links
    - NEvAr: <http://eden.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>
  - Conferências
    - evoMUSART: <http://www.evostar.org/>
  - Livros
    - The Art of Artificial Evolution
    - The Age of the Intelligent Machines

[machado@dei.uc.pt](mailto:machado@dei.uc.pt)