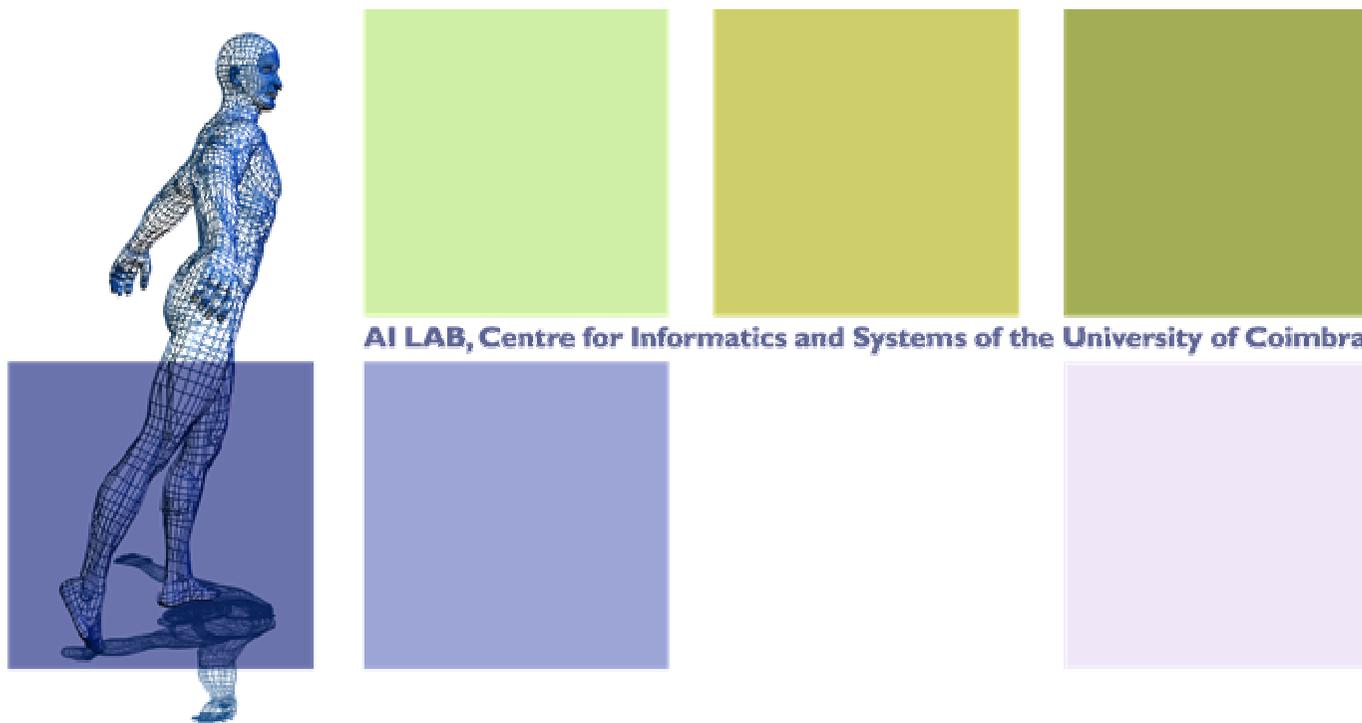


Evolução Artificial e Arte



Penousal Machado



Sumário



- **Introdução**
- **Computação Evolucionária**
- **Criatividade Evolucionária**
- **Trabalho em Curso**
- **Conclusões**



Introdução Criatividade



■ Questões:

- O que é a criatividade?
- Os computadores podem ser criativos?
- A criatividade é uma condição necessária para a inteligência?
- Pode o estudo da criatividade computacional ajudar a entender a criatividade humana?
- Como utilizar os computadores para promover a criatividade humana?



Introdução Criatividade



- Fontes de inspiração para a criatividade computacional:
 - Modelos da criatividade humana
 - Natureza

A evolução é criativa!

- Como usar a Computação Evolucionária para desenvolver sistemas criativos?



Sumário



- **Introdução**
- **Computação Evolucionária**
 - Ingredientes
 - Ciclo Evolucionário
- **Criatividade Evolucionária**
- **Trabalho em Curso**
- **Conclusões**

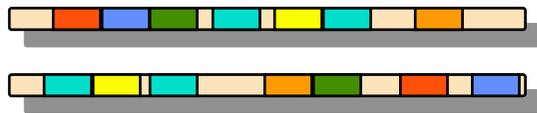


Computação Evolucionária

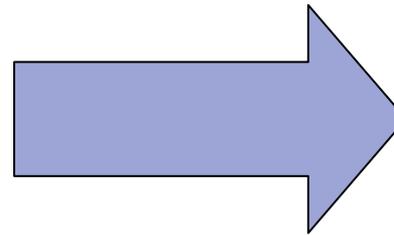
Ingredientes



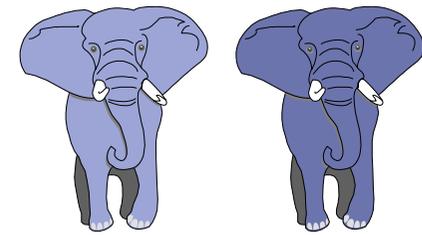
Genótipos



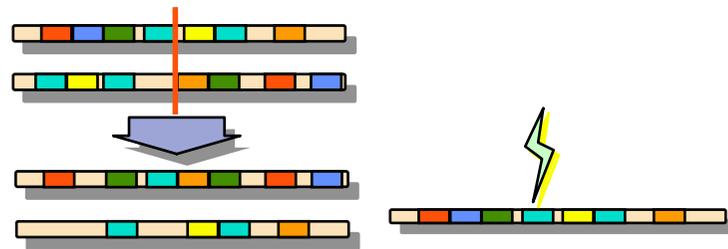
Mapeamento



Fenótipos

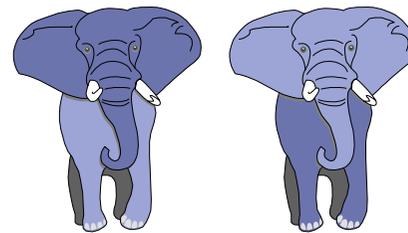


Operadores



re-combinação

mutação



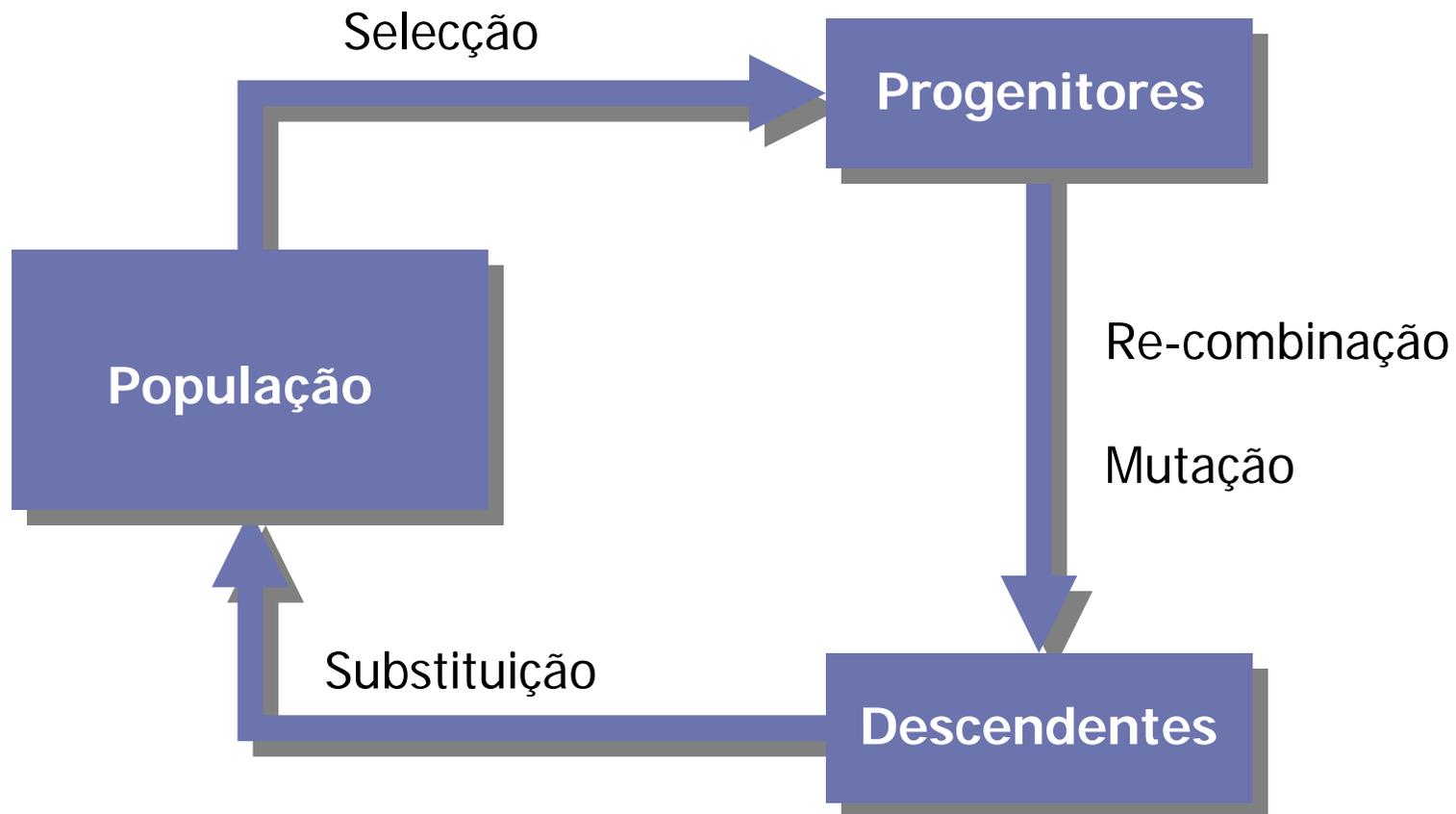
Avaliação





Computação Evolucionária

Ciclo Evolucionário





Sumário



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Criatividade Evolucionária
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Artistas Artificiais
- Trabalho em Curso
- Conclusões



Sistemas Criativos

Taxonomia



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



Criatividade Assistida por Computador

■ Evolução Interactiva

- Sistema evolucionário standard
- O utilizador avalia os indivíduos

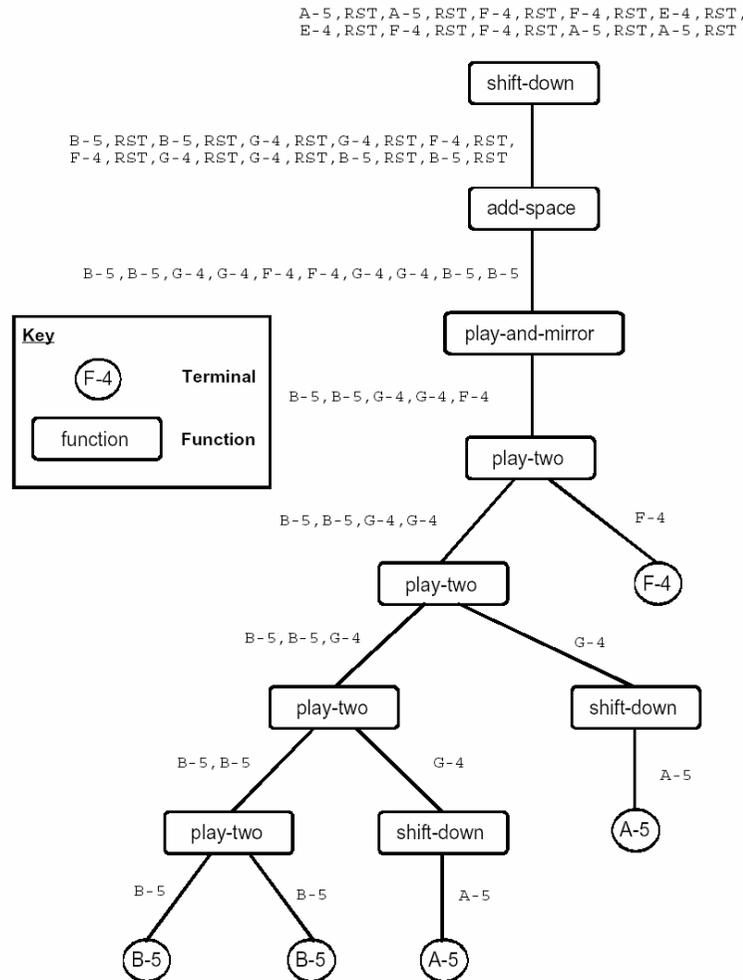
■ Dependendo do domínio de aplicação e das características do sistema, pode resultar em **Criatividade Assistida por Computador**.

■ Abordagem popular na geração de música e imagem



Criatividade Assistida por Computador

Brad Johanson, Riccardo Poli



■ Geração de música através de Programação genética

Function Set:	play_two, add_space, play_twice, shift_up, shift_down, mirror, play_and_mirror	
Terminal Set:	Notes:	C-4, C#4, D-4, D#4, E-4, F-4, F#4, G-4, G#4, A-5, A#5, B-5
	Pseudo-Chords:	C-Chord, D-Chord, E-Chord, F-Chord, G-Chord, A-Chord, B-Chord
	Other:	RST



<http://www.stanford.edu/~bjohanson/>

Criatividade Assistida por Computador

Karl Sims

■ Programação Genética

- Evolução de programas que geram imagens.
- Conjunto básico de primitivas



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

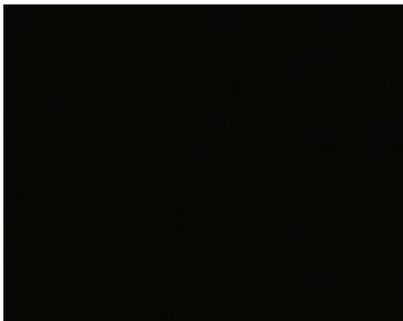
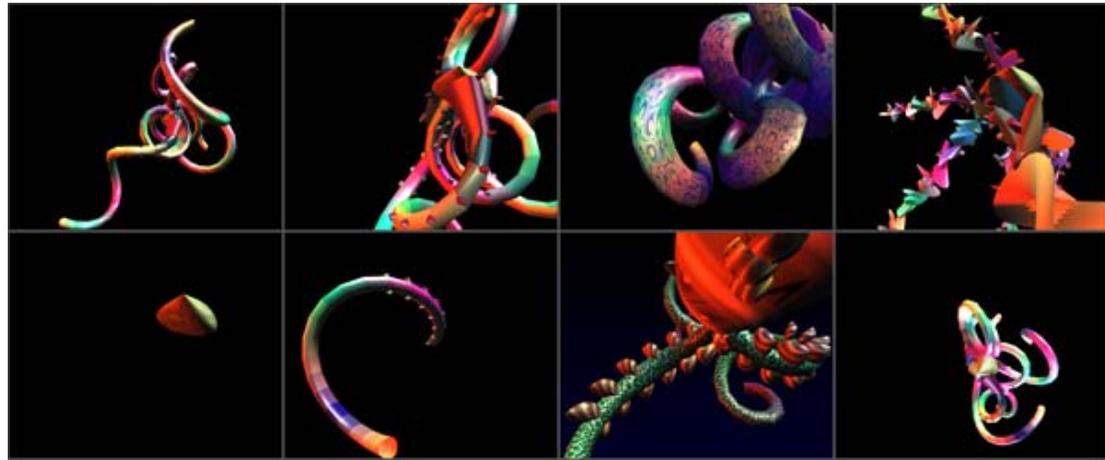


Criatividade Assistida por Computador

Karl Sims



■ Galapagos



■ Primordial Dance

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



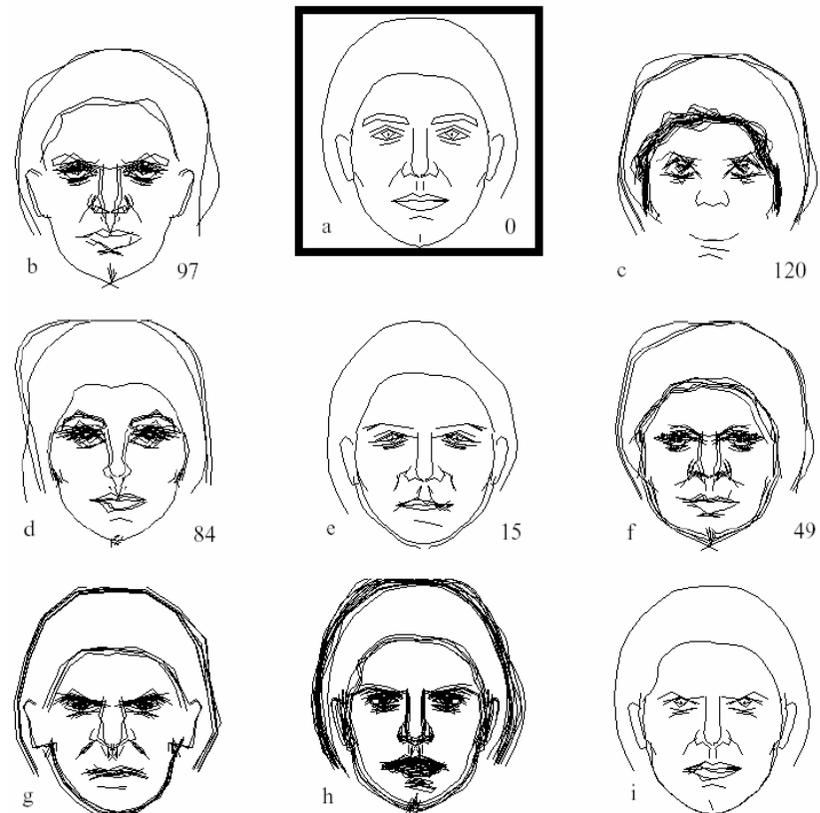
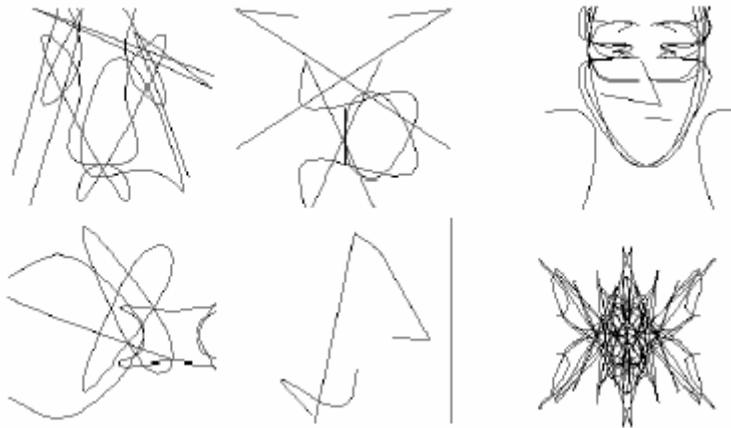
Criatividade Assistida por Computador

Ellie Baker



■ Algoritmo Genético

■ Gráficos Vectoriais



http://people.deas.harvard.edu/users/students/Ellen_Baker/Ellen_Baker.html



Criatividade Assistida por Computador

Conclusões



- A evolução interactiva é uma forma interessante de construir obras de acordo com as preferências do utilizador
 - Processo demorado
 - Inapropriado para domínios com uma componente temporal.
 - Cansaço do utilizador
 - Inconsistência na avaliação
- Muito potencial
- Área pouco explorada
- As primeiras aplicações comerciais começam a aparecer



Sumário



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Criatividade Evolucionária
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Artistas Artificiais
 - Música
 - Artes visuais
- Trabalho em Curso
- Conclusões



Artistas Artificiais

Lee Spector, Adam Alpern



■ GenBebop

■ Programação Genética

- Respostas de um compasso a entradas de igual dimensão

■ Avaliação

- Regras construídas com base em literatura teórica sobre Jazz.
- Rede neuronal treinada usando melodias de Charlie Parker.

■ Exemplos

- Regras



- ANN



- ANN + Regras



<http://helios.hampshire.edu/lspector/>



Artistas Artificiais

Brad Johanson, Riccardo Poli



- Programação Genética
- Redes neuronais treinadas usando exemplos criados através de evolução interactiva

■ Exemplos

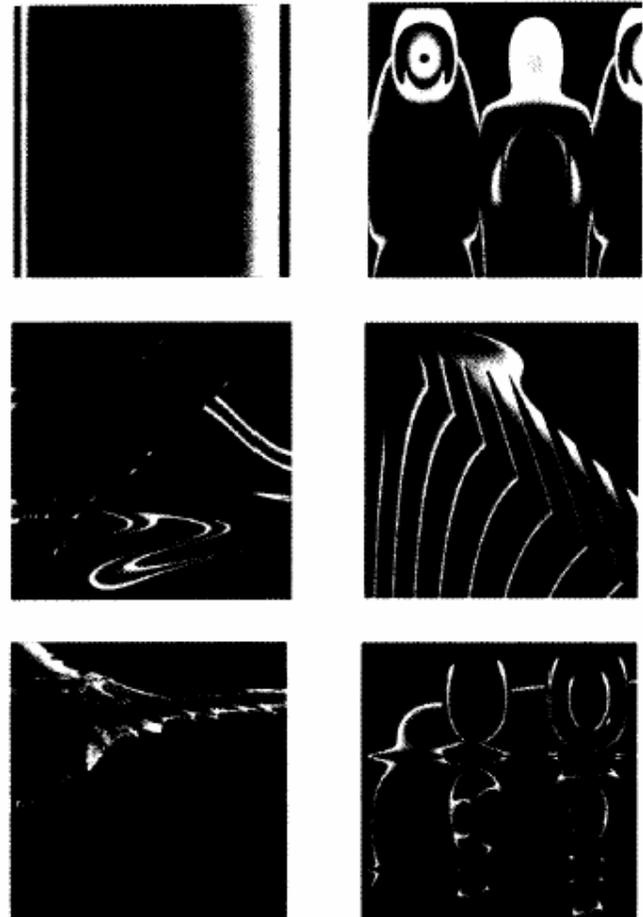
- 7 gerações de 20 indivíduos
- 50 gerações de 100 indivíduos
- 50 gerações de 500 indivíduos
- Melhor



<http://graphics.stanford.edu/~bjohanso/gp-music/>

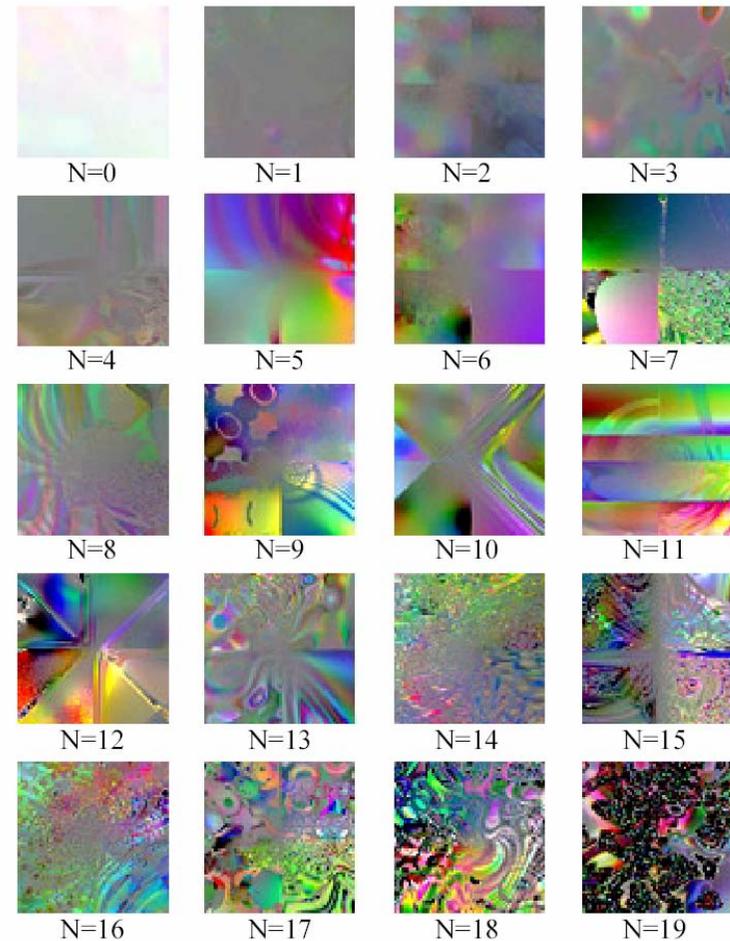
Artistas Artificiais Baluja et al.

- Programação Genética
- Rede Neuronal
 - Conjunto de treino criado através de evolução interactiva.
 - Backpropagation
- Resultados pouco convincentes



Artistas Artificiais Saunders e Gero

- Programação genética
- Rede de Kohonen utilizada para agrupar imagens
- O grau de novidade de uma imagem é igual ao erro de classificação





Artistas Artificiais

Conclusões



- Nenhum dos sistemas apresentados pode ser considerado um verdadeiro Artista Artificial
- A maior dificuldade consiste na avaliação das obras.
 - Usar critérios objectivos pode ajudar.
- Muito por fazer.



Sumário



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Criatividade Evolucionária
- Trabalho em Curso
 - NEvAr
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Inicialização não aleatória
 - Automatização parcial da avaliação
 - Artista Artificial
 - Críticos de Arte Artificiais
- Conclusões

Criatividade Assistida por Computador

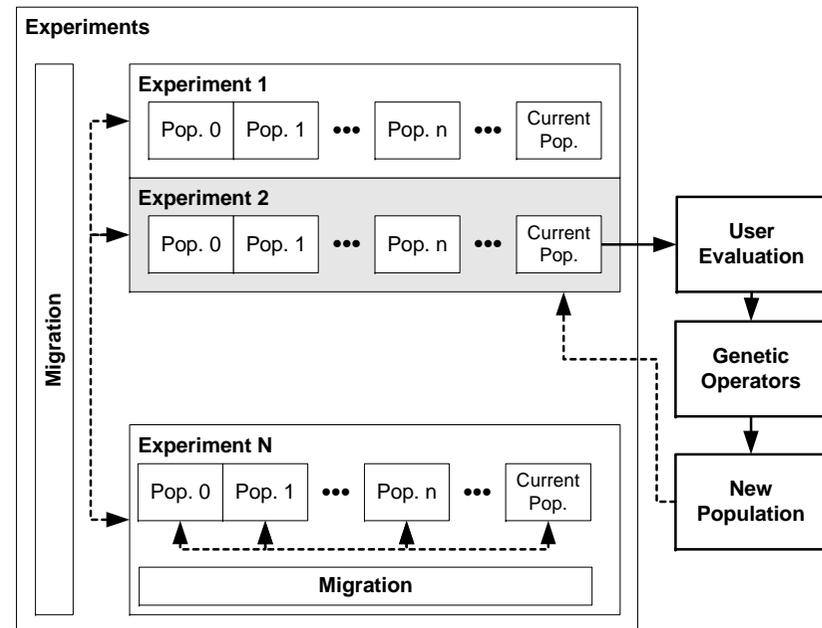
NEvAr

NEvAr

- Abordagem semelhante à de Sims
- Programação Genética

Objectivo

- Construir um artista artificial



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

Criatividade Assistida por Computador

NEvAr - Representação

Os indivíduos são árvores

Conjunto de funções

+ , - , × , % , sin , if , xor , ...

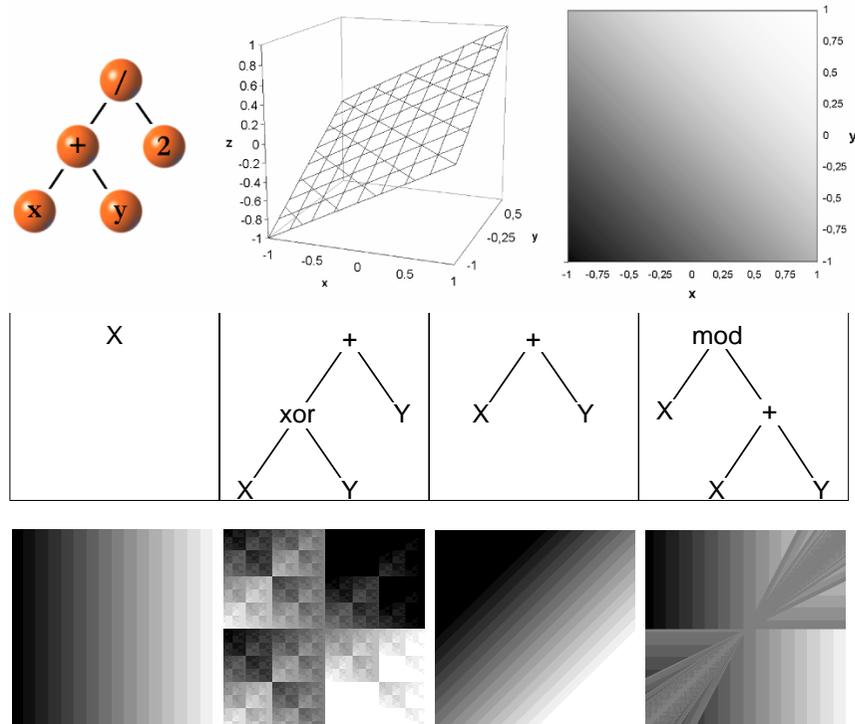
Conjunto de terminais

x , y , constantes

vectores-3d (utilizados para introduzir cor)

Exemplo:

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





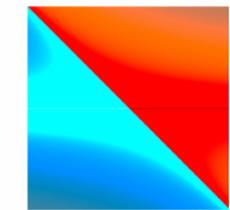
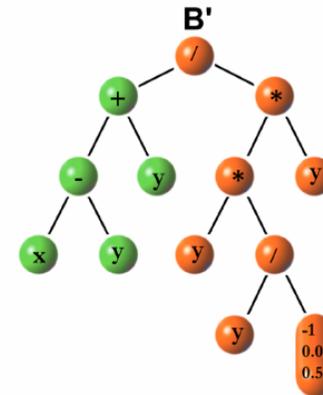
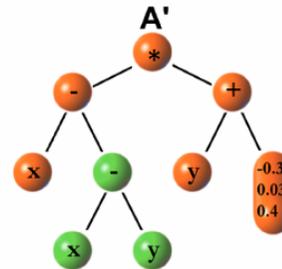
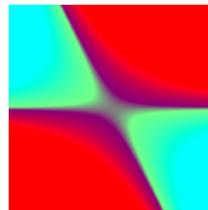
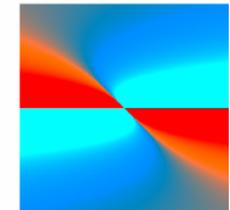
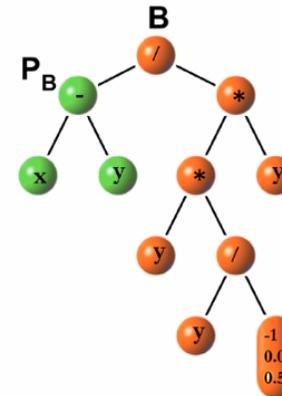
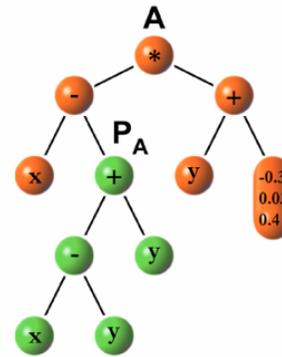
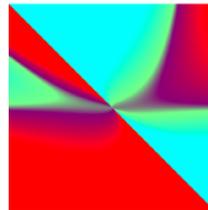
Criatividade Assistida por Computador

NEvAr- Operadores Genéticos



Mutação

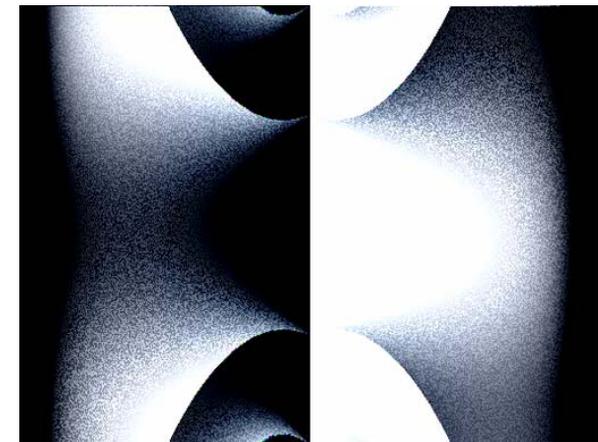
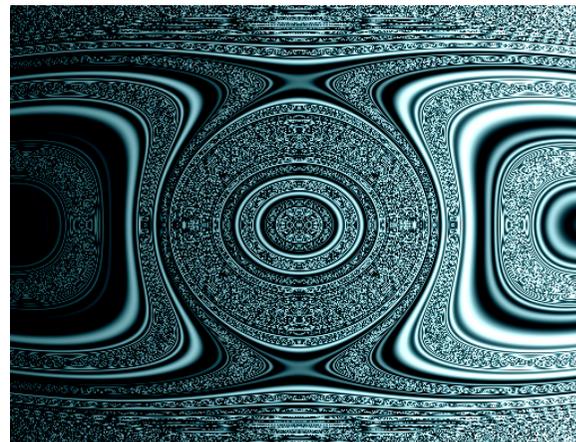
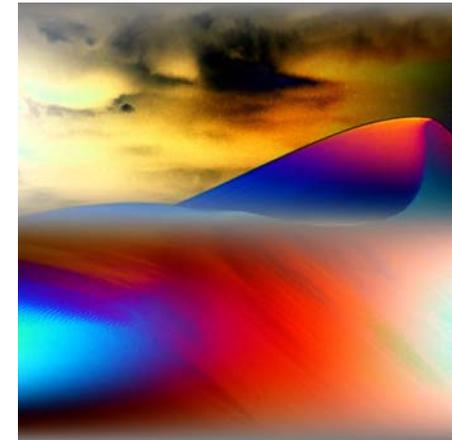
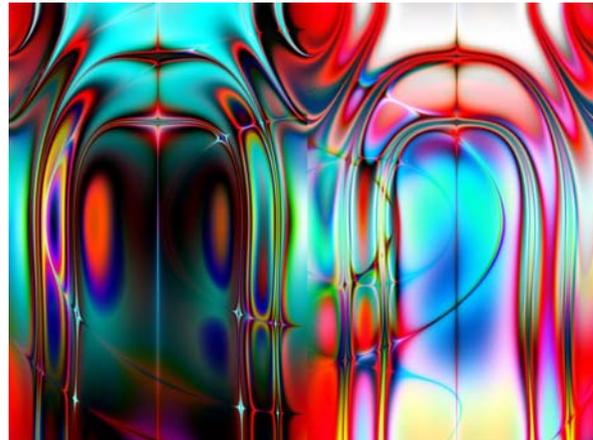
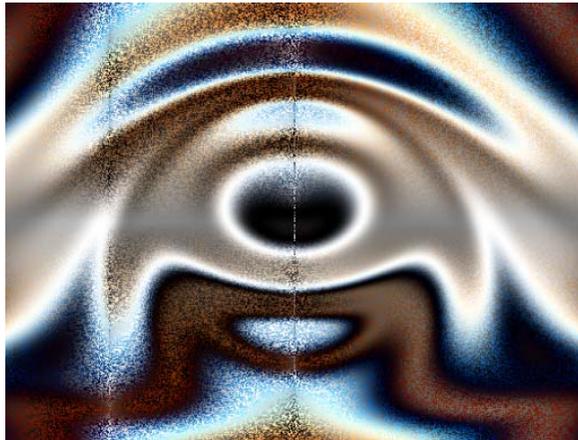
Recombinação





Criatividade Assistida por Computador

NEvAr



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



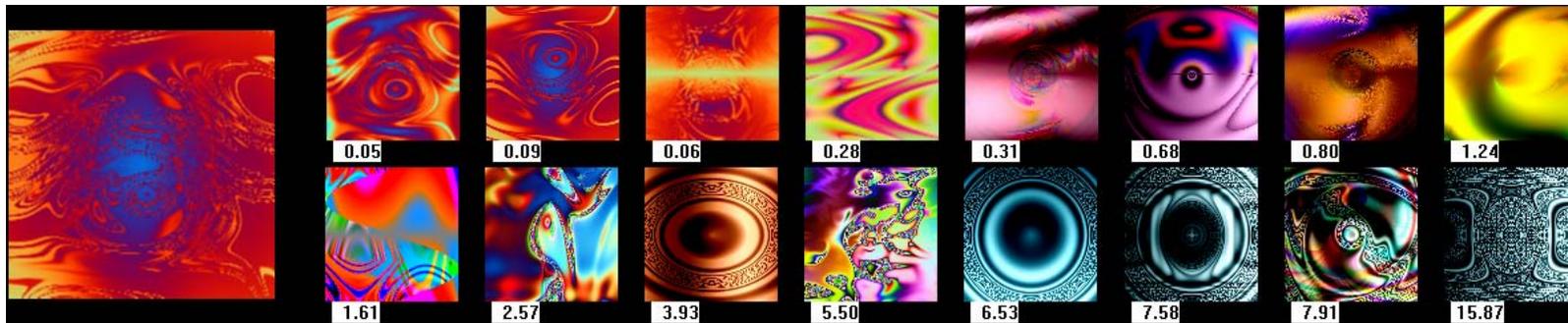
NEvAr

Automatização Parcial

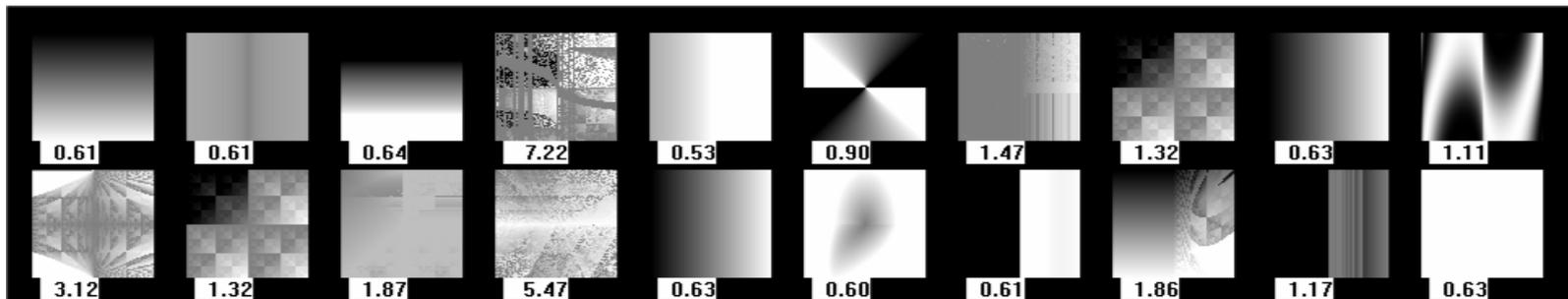


■ Inicialização não aleatória

■ Recolha de imagens com base na complexidade



■ Filtragem



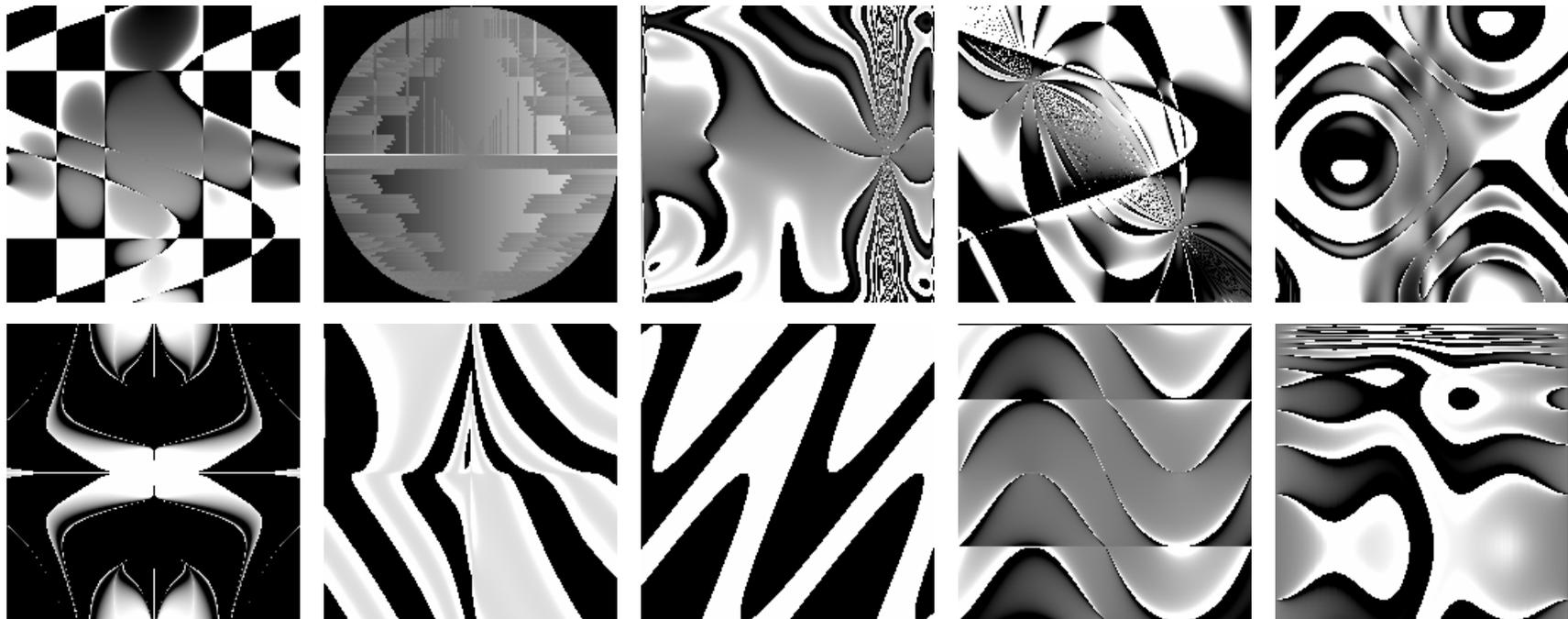


NEvAr

Artista Artificial



- Preferir imagens simultaneamente complexas e simples de processar



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



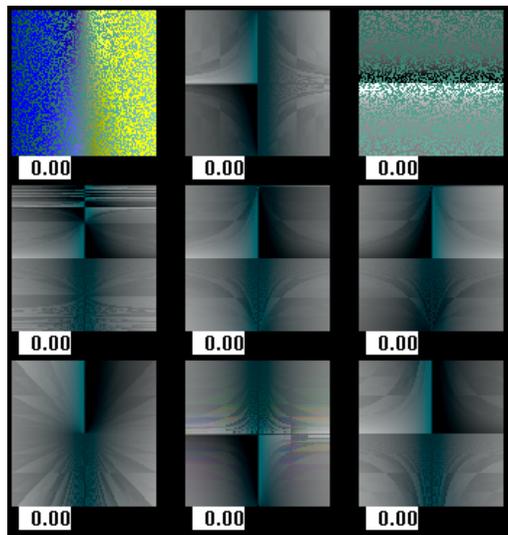
NEvAr

Parcialmente Interactivo

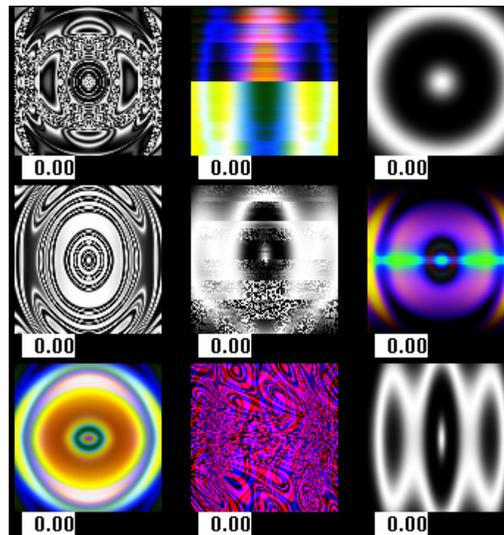


■ Objectivo

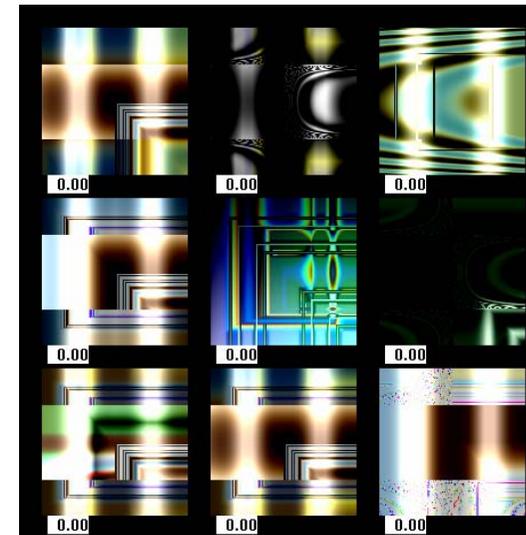
- Diminuir o cansaço do utilizador
- Obter imagens colorações interessantes



3 gerações



20 gerações



20 gerações, 3 avaliações



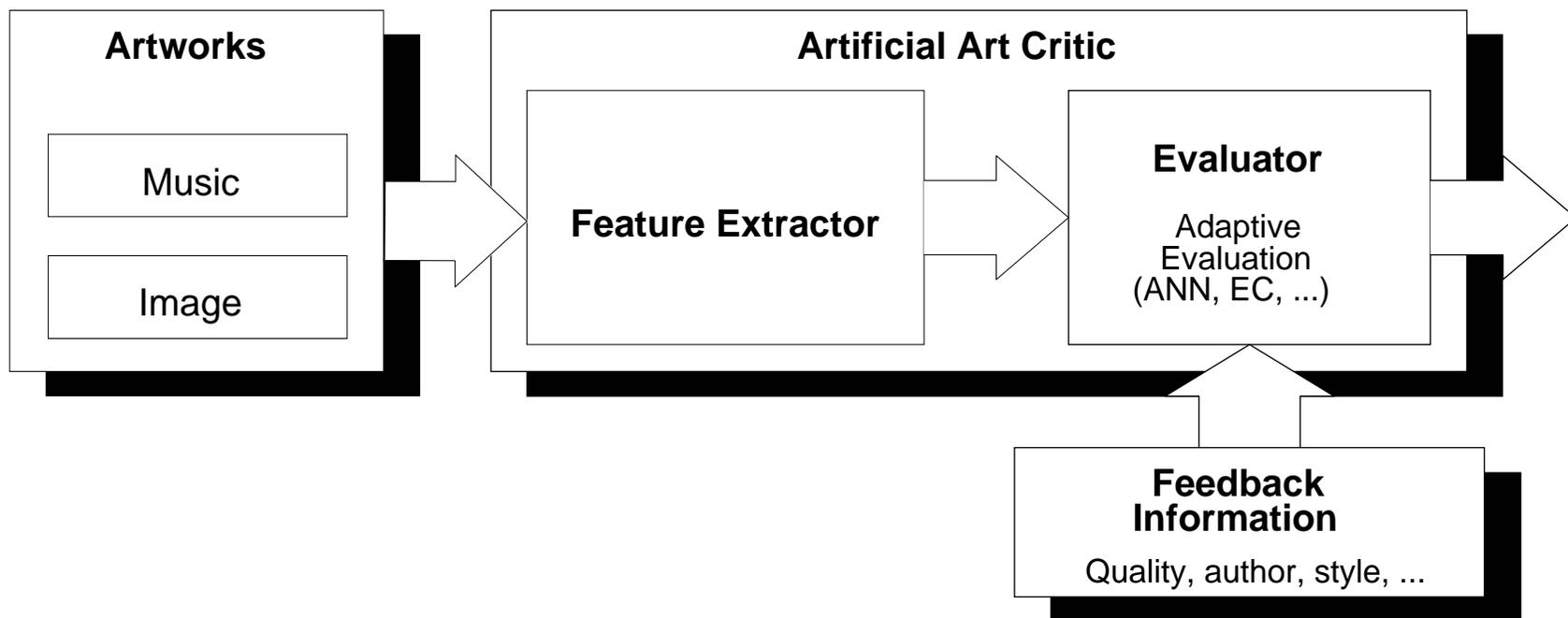
Sumário



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Criatividade Evolucionária
- Trabalho em Curso
 - NEvAr
 - Críticos de Arte Artificiais
- Conclusões

Críticos de Arte Artificiais

- Artista Artificial = Criador + Crítico
- Críticos de Arte Artificiais (AACs)
 - Sistemas capazes de efectuar uma avaliação de obras de arte.





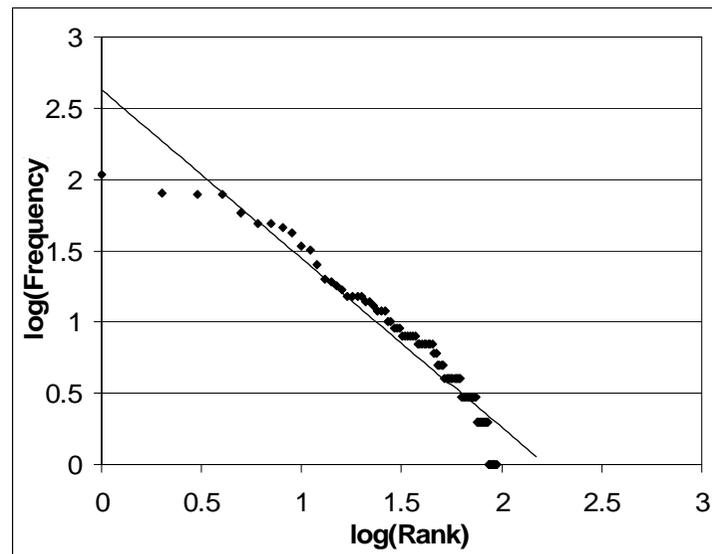
Críticos de Arte Artificiais

Extractor de Características



■ Música

- Métricas baseadas na lei de Zipf
- Caracteriza a distribuição de 40 atributos musicais



Revolutionary Etude, Chopin, distribuição de tonalidades ($S=-1.18$, $R^2= 0.91$).



Críticos de Arte Artificiais

Extractor de Características

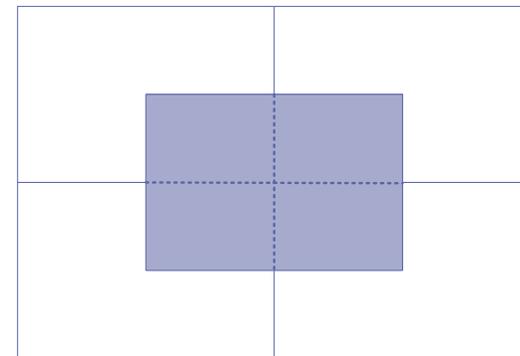


■ Imagem

■ Para cada canal (HSV)

- Estima a complexidade usando compressão fractal e jpeg, três níveis de detalhe
- Calcula a média, desvio padrão, declive e erro da linha de tendência da distribuição Zipf

■ Particiona a imagem e recalcula para cada partição.





Resultados Experimentais

Tarefas de Identificação



- Tarefa: Identificar o autor de cada obra

- Música

 - 5 autores, 741 obras

 - Taxa de sucesso $\cong 96\%$

- Arte visual

 - 6 autores, 802 obras

 - Taxa de sucesso $\cong 93\%$

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



Resultados Experimentais Design Judgment Test

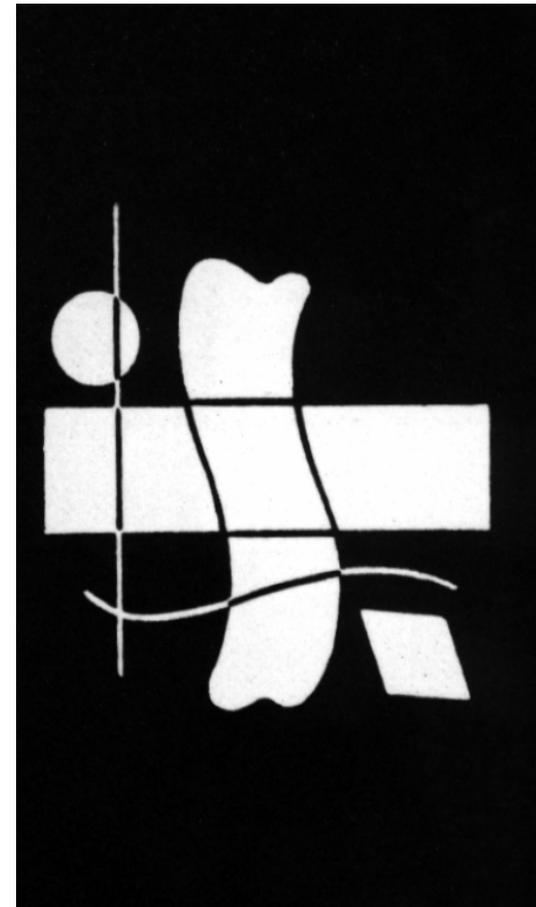
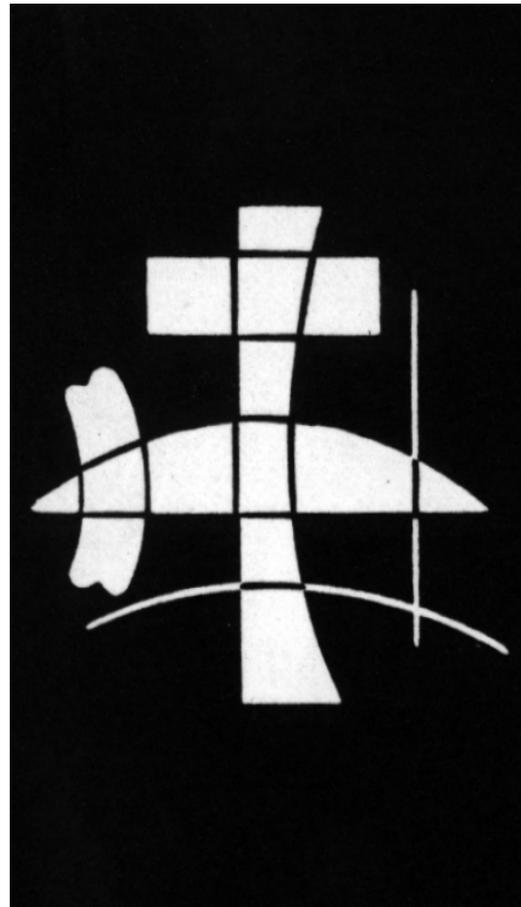


■ Design Judgment Test

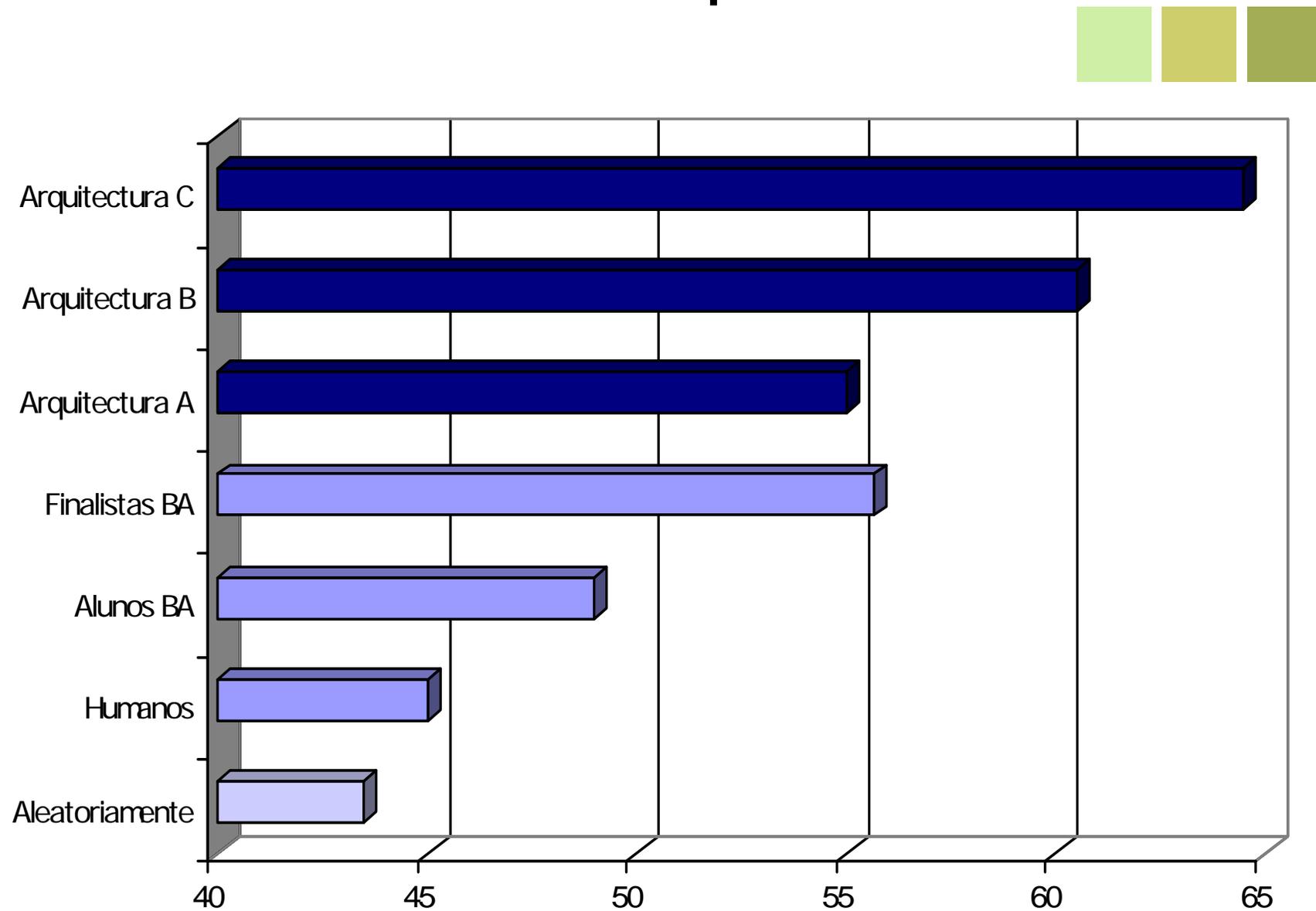
- Teste psicológico, desenvolvido por Maitland Graves, que avalia a reacção a princípios estéticos.
- O teste é composto por 90 páginas, em cada página existe um conjunto de imagens.
 - Uma das imagens obedece aos princípios estéticos fundamentais.
 - As restantes violam um ou mais princípios.



Resultados Experimentais Design Judgment Test



Resultados Experimentais





Sumário



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Criatividade Evolucionária
- Trabalho em Curso
- Conclusões



Conclusões



- A Criatividade Evolucionária funciona.
- Área pouco explorada.
- Maiores desafios:
 - Representação
 - Avaliação
- Também pode ser utilizada para tarefas “sérias”

É divertido!



Bibliografia



■ Artigos

- Machado, P., Romero, J., Santos, A., Cardoso, A., *Partially Interactive Evolutionary Artists*, To appear in *New Generation Computing*, 2005.
- Manaris, B., Romero, J. Machado, P., *Zipf's Law, Music Classification and Aesthetics*, To appear in *Computer Music Journal*, 2005.
- Machado, P., Cardoso, A., *All the truth about NEvAr*. *Applied Intelligence*, Vol. 16, Nr. 2, pp. 101-119, 2002
- Machado, P., Dias, A., Cardoso, A., *Learning to Colour Greyscale Images*. *AISB Journal*, Vol. 1, Nr. 2, pp. 209-219. London, UK, 2002

■ Links

- NEvAr Homepage: <http://eden.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

■ Conferencias

- EvoMusart: <http://www.evonet.info/eurogp2005>
- FLAIRS Special Track on AI Music and Art: <http://www.cs.cofc.edu/music-art-flairs2005/>