

# Máquinas Estéticas

M<sup>a</sup> Luz Castro Pena, Juan Jesús Romero Cardalda, Penousal Machado, Alejandro Pazos Sierra

Laboratorio de Redes de Neuronas Artificiais e Sistemas Adaptativos (RNASA). Departamento de Tecnoloxías da Información e as Comunicaci3ns. Universidade da Coruña

**Abstract** — A creaci3n ou valoraci3n de artefactos con interese estético para o ser humano son tarefas relacionadas co deseño, a música ou a arte que presentan un grande interese desde o punto de vista da computaci3n e a Intelixencia Artificial, por ser tarefas tipicamente humanas, subxectivas e sociais. Neste artigo preséntase un proxecto que pretende construír entes artificiais que desenvolvan e valoren artefactos de valor estético. Mostrarase a motivaci3n e metodoloxía do proxecto, así como algúns resultados parciais obtidos.

**Index Terms** — Adaptive systems, Art, ART neural networks, Artificial intelligence, Graphics, Picture processing.

## I. INTRODUCCIÓN

Coa chegada das tic, todo o mundo posúe os recursos técnicos necesarios para crear e difundir imaxes, deseños, ideas, etc. Algúns destes artefactos poden ser considerados pezas de arte por outros participantes ou incluso pola sociedade.

É posíbel que no futuro os computadores participen dunha forma máis activa na creaci3n de artefactos estéticos, ben proporcionando un mecanismo para a creaci3n de pezas seguindo a estética do usuario, ben proporcionando unha valoraci3n estética propia... o ben con ambas.

Neste artigo expomos as razóns polas que consideramos interesante traballar na creaci3n de máquinas capaces de realizar tarefas relacionadas coa estética - tanto desde o punto de vista da I.A. como da arte. Tamén indicaremos unha serie de características que unha máquina estética debe posuír. Propoñerase unha arquitectura para un sistema artificial estético completo. Por último expoñeranse unha serie de resultados actuais, realizados a partires de compoñentes desta arquitectura.

## II. A MÁQUINA ESTÉTICA

Vivimos na era da arte dixital, na cal a máquina substitúe o pincel como vehículo para o desenvolvemento da creatividade do artista. Mas isto é apenas o inicio dunha revolución. Cremos nun futuro en que a arte non sexa unha actividade exclusiva dos humanos, en que a máquina sexa máis que unha ferramenta, transformándose nun tipo

de *artista artificial*, sendo capaz de crear e valorar obras con valor estético

O desexo de utilizar métodos computacionais para construír sistemas de produci3n artística existe desde hai case 150 anos, desde que Ada Byron soñou coa creaci3n dun computador con capacidades musicais. A partir dese momento se utilizaron diversas técnicas no estudio e desenvolvemento de sistemas artísticos artificiais, onde podemos destacar as pertencentes á área da Intelixencia Artificial, sendo algúns exemplos as abordaxes baseadas en regras, redes neuronais, modelaci3n matemática, gramáticas xenerativas, etc. Nomeadamente, podemos citar ao artista británico residente nos EE.UU. Harold Cohen, que desde os anos setenta procura a mellora do seu programa AARON, que presenta un esforzo continuo de busca orientada a conseguir unha máquina intelixente e autónoma capaz de criar arte e conseguir dotar ao computador de creatividade artística. Cohen dotou ao seu programa dunha base de datos sobre a aparencia física dos seres humanos e o movemento dos seus corpos e tratou de traducir o proceso creativo a unha secuencia de regras que inclúen informaci3n sobre composici3n, uso de pinceis e teoría da cor.

O computador convértese así no motor xerador de creaci3ns artísticas, onde o criador programa os algoritmos que fan posíbel que a máquina actúe de forma autónoma. A pesares de presentar unha xénese dentro do computador como sistema experto, o resultado é analóxico, o formato adoptado son cadros executados a pinceladas por unha máquina deseñada especialmente por el mesmo para reproducir o trazo do artista humano, e pensado para circular nos circuítos da arte contemporánea.

Nos últimos anos, as abordaxes de inspiraci3n biolóxica, nomeadamente as técnicas de computaci3n evolutiva e a vida artificial, gañaron popularidade no dominio da produci3n artística e estética. Esta tendencia encontra explicaci3n no recoñecemento progresivo da existencia de outras formas de intelixencia non humana, e, consecuentemente, nunha visi3n menos homocéntrica do universo.

Independentemente das técnicas utilizadas, a esmagadora maioría dos sistemas computacionais de xeraci3n estética carece de autonomía. A súa dependencia

dos seres humanos é enorme, especialmente no relativo a estes conceptos estéticos que, aínda non estando presentes, son impostos de forma directa ou indirecta polo utilizador ou programador.

Desta forma, e salvo rarísimas excepcións, a pesar de toda a súa sofisticación, estes sistemas non pasan de meras ferramentas, pinceis intelixentes, escravos en vez de deseñadores.

O obxectivo da nosa investigación é a creación dunha máquina con criterio estético. Un deseñador que sexa autónomo, que posúa os seus propios criterios estéticos e artísticos, que non dependa nin sexa subxugado polos humanos, mais que poda interaccionar con eles de igual a igual, e que poda integrarse nunha sociedade híbrida e igualitaria, adaptándose ao contexto cultural circundante e ás súas alteracións.

Conforme se pode desprender dos obxectivos mencionados, espéranos un longo camiño que xa comezamos a trillar. É precisamente este percurso o que pasamos a describir, mencionando tamén etapas futuras de investigación.

### III. NEVAR

Ao longo do tempo, a selección natural [Darwin 1859] deu orixe a unha grande variedade de especies adaptadas ao medio ambiente que as rodea.

Algunhas destas especies, entre elas a humana, exhiben comportamentos intelixentes. Sendo a fonte da Intelixencia Natural, a evolución tornouse unha fonte de inspiración para a Intelixencia Artificial.

A área da Computación Evolutiva imita os mecanismos fundamentais da evolución, a selección, que garante que os individuos máis aptos teñan maiores probabilidades de sobrevivir e de reproducirse, e a reprodución, que asegura a herdanza do material xenético dos proxenitores e a variación, que permite a evolución. Desta forma, a Computación Evolutiva transforma as ideas de Darwin en algoritmos, permitindo a evolución de poboación de solucións para problemas específicos [Holland 2000].

Debido á subxectividade inherente á produción estética, e á consecuente dificultade en crear un algoritmo que permita determinar a “aptitude” dun artefacto estético, os sistemas evolutivos estéticos son tipicamente guiados polo usuario, que avalía os deseños da poboación actual de acordo coas súas preferencias. As obras mellor clasificadas teñen maiores probabilidades de xerar descendencia, o que significa que gradualmente as poboacións se aproximan ás preferencias do usuario.

Seguindo este paradigma desenvolveuse unha ferramenta de creación estética evolutiva, NEvAr, que permite evolucionar imaxes [Machado

& Cardoso 2002] mediante programación xenética [Koza 1992].

No modo máis simple de execución o NEvAr funciona da seguinte forma:

1. Xera unha poboación aleatoria de imaxes.
2. O usuario avalía as imaxes da poboación actual.
3. Selecciona un conxunto de proxenitores (as imaxes preferidas polo usuario teñen maiores probabilidades de ser seleccionadas).
4. Xera unha nova poboación a través da recombinación e mutación do material xenético dos proxenitores.
5. Volta ao punto 2.

A medida que o proceso evolutivo avanza, as poboación de imaxes vanse aproximando ás preferencias do usuario, dando orixe a imaxes interesantes e belas aos seus ollos.



Fig. 1. Imaxes xeradas por NeVar en modo totalmente automático.

Ao contrario do que acontece coas ferramentas convencionais, o uso do NEvAr implica que o deseñador/usuario deixa de ser responsábel da creación da idea, esta pasa a ser resultado dun proceso evolutivo e de interacción, que se supón simbiótica, entre deseñador e ferramenta. É dicir, o uso desta ferramenta implica alteracións ao proceso creativo e artístico, carrexando un menor grao de control. Aínda con estas modificacións, as obras producidas obedecen ás preferencias estéticas do usuario que se recoñece nas obras creadas.

#### IV. A MÁQUINA EN ESTADO EMBRIONARIO

Satisfeitos coas capacidades de xeración da ferramenta desenvolvida, a etapa seguinte da nosa investigación caracterizouse pola automatización dunha serie de mecanismos. Aínda non sendo suficientes para que o NeVAr poda ser considerado unha verdadeira Máquina Estética, estableceron unha base de desenvolvemento sólida para o traballo futuro.

O primeiro paso consistiu no desenvolvemento dun conxunto de filtros que eliminan individuos claramente non interesantes. Para isto, analízase o código xenético e as imaxes resultantes da expresión deste código. Seguindo as ideas de R. Arnheim [Arnheim 1956], que establece unha relación entre complexidade e estética, as imaxes con valores de complexidade fóra dun intervalo definido polo usuario son substituídas por novas imaxes con valores adecuados de complexidade.

Apesar da simplicidade da capa de filtraxe, o seu uso permite aumentar significativamente a cualidade media das imaxes, especialmente durante a fase inicial do proceso evolutivo.

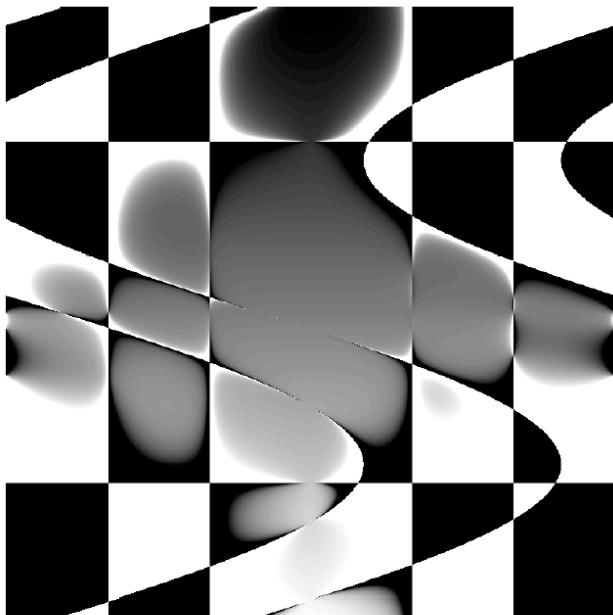


Fig. 2. Imaxe xerada por NeVAr en modo totalmente automático.

Conforme o referido anteriormente, o NeVAr comezaba por xerar unha poboación aleatoria de imaxes. Co paso do tempo, e grazas ás moitas horas pasadas a evolucionar imaxes e testar o sistema, temos unha ampla base de imaxes que poderían ser utilizadas como punto de partida.

Desenvolvéronse entón métodos de inicialización non aleatorios: o usuario indica unha obra, e o sistema procura na base de imaxes individuos que sexan estilisticamente semellantes. Os individuos resultantes son utilizados como poboación inicial.

Unha das vantaxes desta abordaxe consiste no facto de permitir a selección de calquera imaxe, mesmo que non teña sido xerada con NEvAr, como punto de comparación. Facemos así posíbel procurar individuos que se aproximen estilisticamente á obra de determinado autor.



Fig. 3. *Body 1.0b* Imaxes xeradas por NeVAr en modo interactivo.

A etapa seguinte consistiu no desenvolvemento dun mecanismo de avaliación de imaxes. Tal como nos mecanismos anteriormente descritos, recorreremos a estimativas de complexidade, tentando establecer unha distinción entre complexidade do estímulo visual e complexidade da tarefa de percepción. As imaxes que son simultaneamente visualmente complexas e simples de procesar son valoradas. A pesar das limitacións da nosa

proposta, os resultados son sorprendentemente bos, especialmente cando é utilizada en modo semi-automático.

Neste modo de funcionamento do sistema, o usuario pode intervir en calquera fase do proceso evolutivo facendo as súas avaliacións, mais se escolle non facelas, o sistema utilizará os seus propios criterios estéticos para avaliar as imaxes e producir novas poboacións. Os resultados experimentais indican que desde se as intervencións do usuario son relativamente frecuentes (p.ex. de cada 10 xeracións) a cualidade das imaxes non se degrada, obténdose resultados semellantes, ou superiores, a aqueles alcanzados en modo totalmente interactivo. Nas figuras 1 e 2 presentamos, como curiosidade, exemplos de imaxes xeradas en modo totalmente automático.

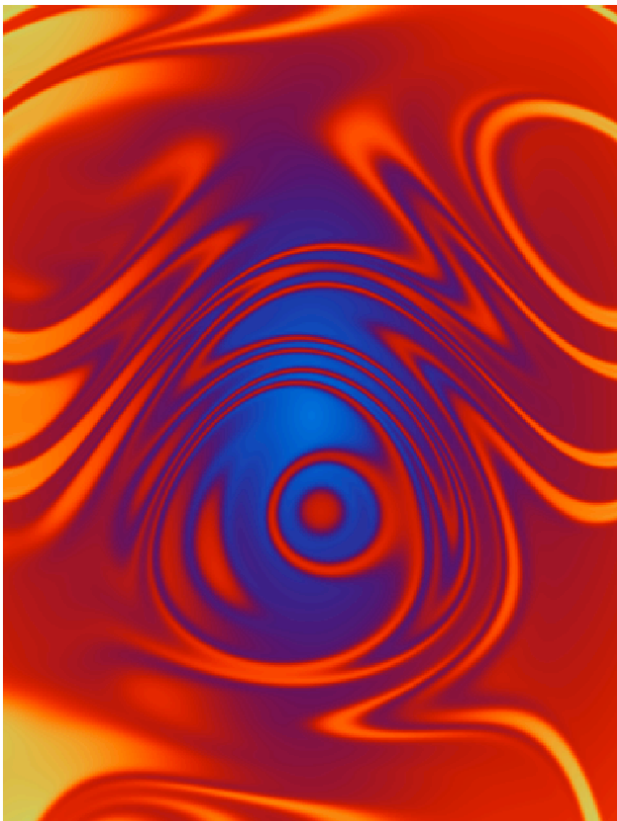


Fig. 4. *Eye contact*. Imaxes xeradas por NeVar en modo interactivo.

Motivados polo éxito desta abordaxe, iniciamos o desenvolvemento de Críticos Artificiais – sistemas que producen avaliacións de artefactos estéticos. Na nosa proposta estes sistemas están constituídos por dous módulos: un extractor de características que fai unha

análise da peza estética, devolvendo un conxunto de valores para métricas específicas; e un avaliador adaptativo, no noso caso constituído por unha rede neuronal artificial, que realiza unha valoración da obra de acordo cos valores das métricas.

Esta proposta foi probada en tarefas que permiten unha análise obxectiva dos resultados, nomeadamente na identificación do autor ou estilo de obras. Os resultados obtidos son prometedores, alcanzándose taxas de éxito superiores ao 95% tanto no dominio musical como no das artes visuais [Machado, Romero, Santos, Cardoso & Manaris 2004].

## V. A SOCIEDADE HÍBRIDA

Tal como referimos no inicio deste artigo, o obxectivo último da nosa investigación é a construción de sistemas que podan ser clasificados como Máquinas Estéticas. De acordo coa nosa visión, isto implica que os sistemas deben posuír as seguintes características:

- Sociabilidade – Un humano non parte de cero, ten acceso a un conxunto de obras producidas por artistas, a unha serie de experiencias que son acumuladas ao longo da súa vida, e a todo un contexto cultural envolvente. Da mesma forma unha máquina destas características debe estar integrada nunha sociedade e ter a capacidade de interactuar con ela, accedendo á produción estética e artística da sociedade, buscando inspiración en obras e eventos, e contribuíndo na evolución da mesma.
- Aprendizaxe – O sistema non debe ser estático, debe evolucionar ao longo do tempo como un humano que cambia e refina os seus gustos e a súa produción de acordo co coñecemento que vai adquirindo ao longo da súa vida, co contexto cultural circundante e as súas modificacións.
- Estética Propia – O sistema debe ter os seus propios criterios estéticos, ter a capacidade de avaliar as súas obras e as obras doutros creadores. Un creador – artificial ou humano – é por riba de todo un observador. Sen a capacidade de efectuar os seus propios xuízos estéticos, o sistema sería incapaz de apreciar a beleza dunha obra e de inspirarse nela. Desta forma deixaría de ser un creador para pasar a ser simplemente un sistema de xeración de imaxes.
- Creatividade - A capacidade de producir artefactos estéticos novos e innovadores é fundamental para que o sistema poda ser considerado un verdadeiro creador. Non estamos interesados en sistemas que produzan variacións menores de obras existentes, senón en sistemas que teñan o potencial de xerar novas formas e, incluso, novos estilos estéticos, expandindo os horizontes artísticos humanos.
- Existencia Física – A maior parte dos sistemas artificiais existentes vive en completo illamento. Mais isto non

acontece cun humano, que vive nun mundo repleto de estímulos. Aquilo que nos somos, a forma como sentimos, pensamos e actuamos, está intimamente ligada ao noso corpo e aos nosos sentidos. O corpo condiciona a mente contribuindo ao desenvolvemento da mesma. Así, unha máquina estética debe posuír un corpo e un conxunto de sensores e actuadores que lle permitan acceder e modificar o mundo que a rodea, acumulando un conxunto de experiencias que condiciona o seu desenvolvemento.

- Liberdade – O sistema non debe estar subxugado á vontade humana, debe interaccionar con axentes humanos ou artificiais en pé de igualdade.

Estamos actualmente a desenvolver unha instalación que obedece a grande parte destes requisitos, permitindo a creación dunha sociedade híbrida constituída por axentes humanos e creadores artificiais.

Os colaboradores humanos poden ter unha participación remota, vía web, ou presencial, interactuando coa máquina estética a través dunha ferramenta de arte evolutiva e interactiva.

A ferramenta, baseada nos sistemas NEvAr e AISART, permite a evolución de poboación de imaxes de acordo coas preferencias do utilizador, recorrendo, para isto, a técnicas de computación evolutiva.

Adicionalmente, con base nos principios do funcionamento do sistema inmunitario, crea unha memoria colectiva e asociativa que representa o espazo cultural das pezas xeradas por axentes humanos ou artificiais. Se o colaborador humano así o desexa, poderá utilizar un subconxunto destas obras como conxunto inspirador. Neste caso, a nova poboación será creada a través da recombinación do material xenético das pezas seleccionadas e das pertencentes á memoria colectiva que estean intimamente relacionadas.

Para asegurar a existencia dunha sociedade híbrida e igualitaria, o máquina estética terá acceso ás mesmas ferramentas que os colaboradores humanos. Usándoas, accede á memoria cultural colectiva buscando inspiración para a súa propia produción. Esta procura ten en conta varios aspectos, incluíndo as preferencias estéticas da máquina, a tendencia actual da sociedade, o grao de innovación de determinada obra, etc.

A partir desta inspiración a máquina estética produce un conxunto de esbozos. Posteriormente poderá seleccionar, de acordo coas súas preferencias estéticas e artísticas, algúns para reprodución en grande formato nunha tea. O proceso creativo da máquina, incluíndo a selección de obras inspiradoras, produción de esbozos, e posterior selección é presentado a través dun conxunto de proxectores. A execución da obra é levada a cabo por un conxunto de robots, que constitúen o seu corpo distribuído. Cada robot posúe un pincel e é responsábel da

execución de parte da imaxe, o que permite a realización de obras de virtualmente calquera dimensión. A inexactitude dos sensores destes robots e a interacción entre eles, garante que a cada obra producida é única e irrepetíbel.