

Propuestas de mejora para la evaluación del arte evolutivo.

Francisco Fernández de Vega¹, Cayetano Cruz¹, Patricia Hernández²

I. RESUMEN

En este trabajo se discute el modo de evaluar adecuadamente el arte evolutivo, no tanto desde el punto de vista de la función de fitness, que también, sino considerando el resultado final al que se llega. En la aplicación tradicional de los algoritmos evolutivos a la resolución de problemas el resultado obtenido es fácilmente evaluable y comparable con otras metodologías, pues basta obtener una medida cuantitativa de la calidad final de la solución. Sin embargo, en los procesos asociados al arte y diseño, estas medidas objetivas no son tan sencillas. Este trabajo, que se plantea como un posicionamiento sobre la cuestión de cómo evaluar apropiadamente el arte evolutivo, revisa alguna de las propuestas que se han producido en este ámbito, pasando por la evaluación interactiva, el test de turing para el arte así como algunas competiciones internacionales en el dominio de los algoritmos evolutivos, para discutir finalmente el papel que otros actores fundamentales, y frecuentemente olvidados en el mundo del arte, están teniendo en este arte generativo basado en evolución: el público, la crítica, galerías de arte, museos, etc. Una vez discutida la cuestión, y planteada la solución propuesta, se describen algunas experiencias en las que algunos, si no todos, de estos actores han sido incluidos en el proceso, y los resultados que se han obtenido. Entendemos que estas experiencias pueden servir de ejemplo para otras iniciativas artísticas que puedan surgir en este ámbito de aplicación de los algoritmos evolutivos, y a la vez la propuesta sirva para clarificar el papel del arte evolutivo en el contexto artístico en general.

II. INTRODUCCIÓN

La aplicación de los algoritmos evolutivos al arte y diseño no es nuevo [11]. Desde la década de los noventa, son muchos los trabajos que han utilizado

diferentes variaciones de los algoritmos evolutivos para generar lo que los autores consideran *arte*. De hecho, el arte generativo se ha estado utilizando durante el siglo XX para, basado en medios físicos, químicos, mecánicos o en computadores, generar un nuevo tipo de arte. Ya en los años 60, se organizó en Londres una llamativa exposición en la que arte gráfico, poesía, música, etc, era generada mediante programas de computador [10].

El término *arte* es algo que depende de la sociedad, y ha variado con frecuencia a lo largo de los siglos. Como caso paradigmático de esta variación, cabe destacar el rechazo que el salón de arte de París tuvo hacia los nuevos pintores denominados impresionistas, que decidieron abrir un salón alternativo donde mostrar su obra [6]. En sus inicios, el impresionismo era rechazado por la crítica -compuesta fundamentalmente por los eruditos y artistas más tradicionales de la época, aunque fue recibiendo aceptación del público de forma gradual, y llegó con el tiempo a ser considerado una nueva forma de expresión artística al mismo nivel que el arte más *clásico*. Al impresionismo le siguieron otras muchas tendencias en el siglo XX, como el expresionismo, cubismo, futurismo, dadaísmo, surrealismo, etc. Y es que las formas artísticas trazan líneas que navegan arrastrando esa cadena de colisiones haciendo del arte un lugar activo, positivo, lúcido, versátil y maleable.

Del mismo modo, en el mundo de la música *seria*, los comienzos del siglo XX en Estados Unidos de América vieron nacer una nueva forma de expresión musical fruto del mestizaje de culturas y tradiciones provenientes de varios continentes. La música Jazz, que inicialmente era despreciada como música de *raza* (eufemismo para hablar de personas de color), fue conquistando los gustos del público, y posteriormente, también la crítica musical entendió sus fundamentos e importancia, de tal modo que alguno de los compositores y músicos Jazz de color, son hoy día considerados como alguno de los más grandes artistas y compositores de la historia, incluyendo a Luis Armstrong -trompetista- y Duke Ellington -

¹Universidad de Extremadura, 06800 Mérida, España.
fcofdez@unex.es, cacruz@unex.es

²Universidad de Sevilla, España
patriciapahr@gmail.com



pianista-, reconocido actualmente este último como uno de los más grandes compositores americanos de la historia [9].

También lo contrario ha sucedido con frecuencia: tendencias artísticas consideradas desde el inicio como *arte formal* o académico no han sido aceptadas por el público de forma mayoritaria, tal como sucede con el serialismo y dodecafonismo de Schoenberg, que aunque de utilidad innegable asociado a otras formas de arte, como el cine, sigue despertando poco interés entre el público en general [2], y pocas son las compañías, si es que hubiera alguna, que puedan sobrevivir interpretando solamente obras de este tipo sin ayudas del sector público. Quizá sea necesaria una reflexión adicional sobre qué tipo de forma de arte se adapta mejor a la naturaleza intrínseca del ser humano, que es finalmente el destinatario final de la misma, y sobre si el término *arte* se ha desvirtuado o no en el siglo XX y convertido en *cajón de sastre* para incluir elementos que quizá debieran categorizarse de otro modo. Como en otros ámbitos sociales, estirar en demasía el significado de un término pueden provocar que el mismo pierda su contenido semántico. Pero más allá de esta reflexión, conviene aquí considerar el arte evolutivo (y generativo en términos más amplios) en relación al arte humano.

Podemos resumir diciendo, que en la evolución y cambio que el término *arte* ha tenido a lo largo de los siglos, se han visto implicados no sólo los eruditos, que podríamos describir como la *crítica*, sino también el público que con su favor impulsa o no a ciertos artistas, y los museos que acogen y exponen lo que se considera *arte*.

Sin embargo, cuando nos fijamos en los resultados obtenidos mediante procesos evolutivos en el mundo del arte [11] -y centrándonos aquí en el arte plástico- no todos los actores anteriores han sido tenidos en cuenta, como veremos a continuación.

El arte contiene una parte de naturaleza transitoria y circunstancial propia de un determinado espacio tiempo y en este trabajo se pretende revisar la importancia de cada uno de esos actores en el arte evolutivo, y alguno de los resultados más llamativos obtenidos cuando todos los actores participan de algún modo en el proceso.

Este artículo por tanto pretende mostrar el camino hacia una correcta evaluación de trabajos artísticos generados mediante procedimientos basados en algoritmos evolutivos, y describe experiencias recientes que tienen en cuenta la propuesta planteada.

El resto del artículo se estructura del siguiente

modo: La sección III describe las dificultades para evaluar adecuadamente el arte evolutivo. En la sección IV presentamos nuestro posicionamiento al respecto, con ideas sobre como mejorar. La sección V presenta algunos resultados obtenidos mediante la propuesta descrita, y finalmente la sección VI resume nuestras conclusiones.

III. ESTADO DEL ARTE

Cuando los investigadores decidieron por primera vez aplicar los algoritmos evolutivos en procesos de creación artística, se encontraron un problema, que es la clave en la evaluación del arte a lo largo de la historia: ¿Cómo evaluar correctamente la calidad estética de una imagen surgida de la evolución?

La solución tradicional ha sido permitir que sean los humanos quienes evalúen la calidad, produciendo así un cambio profundo en los algoritmos evolutivos tradicionales, dando lugar a lo que se conocen como Algoritmos Evolutivos Interactivos, con multitud de aplicaciones hoy día [13].

Así, las herramientas que se han desarrollado y están disponibles para el arte evolutivo, tal como PicBreeder, se basan en el buen criterio de las personas a la hora de elegir lo que se considere estéticamente más razonable [12].

Ha habido intentos de encerrar en fórmulas matemáticas la calidad estética de una obra plástica, pero el resultado no ha sido muy afortunado [8]. También se ha intentado evaluar cual es la opinión del público sobre el arte plástico, cuales son sus preferencias, y con un procedimiento basado en encuestas, se llegó a conclusiones poco satisfactorias [3].

Trabajos como este último ponen el dedo en la llaga: la participación de un alto número de usuarios diferentes dando su opinión sobre qué es más apreciado en una obra de arte, cuyo ejemplo más notable es Picbreeder, no tiene necesariamente que conducir a un resultado adecuado.

Pero entonces, si la participación de usuarios no es suficiente para garantizar la calidad del resultado, ¿qué otros elementos sería necesario incluir?

En algunos trabajos recientes se habla de la posibilidad de generar un test de turing para el arte basado en computador [1], que podría aplicarse por tanto al arte evolutivo. Pero precisamente en este modelo hay varios elementos no triviales:

- ¿Quiénes deben actuar como jurado?
- ¿Con qué arte humano comparamos, con el producido por artistas profesionales, o cualquier persona en general?

- El hecho de que un jurado no sepa si una obra ha sido generada por ordenador o no, ¿Le otorga automáticamente un sello de calidad?

Estas son las tres preguntas básicas a las que nos vamos a enfrentar en la siguiente sección, describiendo alguna de las propuestas en las que hemos trabajado en los últimos años, y los resultados que hemos conseguido para intentar proponer modelos más adecuados para el arte evolutivo.

IV. METODOLOGÍA: SOBRE LA FORMA DE EVALUAR EL ARTE EVOLUTIVO

Hasta la fecha, las buenas intenciones han dominado el arte evolutivo. En general, un algoritmo interactivo -que es el utilizado de forma tradicional en este contexto- funciona del siguiente modo: todas las operaciones del algoritmos son llevadas a cabo de modo estándar salvo la evaluación del fitness. Así, los usuarios se encargan de ir decidiendo la calidad del "producto en evolución". Pero en este proceso, el cansancio del usuario afecta al resultado del proceso, como ya ha sido reconocido con anterioridad [4]. Aunque existen propuestas que tratan de evitar este cansancio utilizando dispositivos no intrusivos que analizan el comportamiento del usuario [3], el problema de quién evalúa la calidad -el usuario en este caso- sigue presente.

Una vez que el algoritmo termina, el resultado obtenido en la última generación sería el *producto* generado. Pero en el arte evolutivo, la *obra de arte* producida, si se pretende que emule en calidad la contraparte humana, debería ser mostrada al público y evaluada de forma similar al resto de obras de arte. En realidad no es esto lo que sucede en la mayoría de los casos; típicamente, los resultados obtenidos mediante algoritmos evolutivos han sido presentados a la comunidad en sus propios foros, que incluye revistas dónde los algoritmos son descritos y congresos especializados, tal como EvoMusart, o más generalistas que acogen cualquier resultado notable en el área. Pero en pocas ocasiones este proceso de exposición y muestra es utilizado para obtener información de lo que el público opina.

Este modo de proceder, es bastante lejano a cómo en realidad el mundo del arte funciona. Examinaremos con detalle los tres puntos destacados anteriormente, y propondremos en cada caso cómo podríamos acercarnos más al circuito artístico internacional, para llegar a que el arte evolutivo pueda ocupar el puesto que merece.

IV-A. El Test de Turing para el arte

Como se describía más arriba, la dificultad para medir la calidad estética de las obras, ha llevado a proponer la necesidad de un Test de Turing para el arte: si un jurado humano no puede distinguir una obra generada por un computador de una elaborada por un humano, el trabajo, se diría, supera el Test de Turing.

Hay tres razones para cuestionar la utilidad de un test como el anterior. En primer lugar, la indecidibilidad sobre el origen de una obra -humana o creada por computador- no tiene porqué otorgarle de forma automática un sello de calidad. En el arte tradicional, la importancia del reconocimiento del artista detrás de la obra se debe principalmente a cuestiones históricas, de consideraciones académicas, favor del público, y, por último, del mercado del arte, que más que calidad, lo que evalúa es la cotización del artista firmante [14].

Pero en realidad hay una segunda razón que permite cuestionar el mencionado test tenga sentido: algunas tendencias artísticas nacidas en el siglo XX, generan resultados que fácilmente podrían confundirse con el producto de un programa de ordenador. En música, el serialismo y la atonalidad se basa en procesos con un componente estocásticos, y que aunque son llevados a cabo por personas, son sencillamente emulables por computador (mucho más que la música tonal de tradición clásica occidental, en la que el alto número de reglas que la define implica la construcción de sistemas basados en reglas, o con aprendizaje sobre casos conocidos, de alta complejidad [15]). Igualmente en el arte plástico, el uso de herramientas digitales por parte de los artistas, podría también inducir a error a los jurados, confundiendo arte humano, en este caso, por arte generado evolutivamente.

En resumen, el Test de Turing no parece la herramienta necesaria para calificar la calidad de un resultado generado mediante evolución. Quizá, pudiera ser más reveladora la apreciación de especialistas con criterio artístico, como los curadores. No obstante, más allá de la capacidad técnica para emular la manera de hacer una obra, está la capacidad para elaborar un lenguaje diferenciado y reconocible, así como el discurso de trasfondo que subyace en la obra y su relación con factores relacionados con las tendencias y oportunidades de interés particular en cada momento histórico.



IV-B. Sobre los artistas.

En los ejemplos más conocidos de arte evolutivo, tal como el que pueda producirse con herramientas similares a Picbreeder, mediante un proceso que podríamos llamar *crowd-painting*, se invita a usuarios particulares, distribuidos a través de internet, para que de modo colectivo evolucionen imágenes. ¿Es éste el procedimiento adecuado para generar un producto artístico de calidad? Creemos que no. Si queremos que el producto final sea de calidad, es necesario incluir en el algoritmo los elementos necesarios - aunque puede que no suficientes- para conseguirlo. En nuestra opinión, esto requiere la presencia de artistas humanos, de modo que sean artistas experimentados los que puedan hacer la evaluación estética de los resultados parciales, y que de este modo el algoritmo pueda progresar, dado que hasta el momento no se ha encontrado la forma de evaluar automáticamente la calidad estética. No basta incluir usuarios en la interacción, deben ser usuarios especiales, artistas, los encargados de la evaluación de la calidad en el proceso evolutivo. Sólo cuando en el futuro los procesos de aprendizaje máquina consigan modelar a los artistas adecuadamente, podrán ser sustituidos, pero mientras tanto los artistas deben estar en el centro del proceso de evaluación.

En algunas de nuestras experiencias recientes, optamos por esta línea de trabajo [16]. No obstante, aunque creemos necesaria la presencia de artistas en el algoritmo evolutivo, esto no tiene por qué ser suficiente. Para certificar la calidad de un trabajo, debe haber una evaluación final que permita discernir sobre la calidad del algoritmo ejecutado, del mismo modo que después de la ejecución de un algoritmo evolutivo estándar, se evalúa la calidad final para saber si la solución obtenida es factible o, en caso contrario, ejecutar de nuevo el algoritmo para intentar de nuevo obtener una solución válida.

En el mundo del arte tradicional, son las competiciones, museos y galerías quienes aplican el filtro final, además, por supuesto, del público que es quién visita las exposiciones y, finalmente, adquiere las obras.

En el dominio de los algoritmos evolutivos, algunos congresos de relevancia, han organizado en ocasiones competiciones internacionales. Cabe destacar el Gecco Evolutionary Art, Design and Creativity competition [7], que ha permitido a los artistas evolutivos enviar sus trabajos para que un jurado internacional eligiera el ganador de la competición.

Este tipo de competiciones, permiten avanzar en alguno de los puntos controvertidos destacados en la sección previa: el establecimiento de un jurado y una competición permite que sea un grupo especializado el que dictamine. En esta línea, podemos referirnos a alguno de nuestros trabajos previos en este dominio, como XY que fue enviado a la competición en el año 2013 y resultó ganador (ver figura 1) [7]. Hay que destacar que aunque el trabajo se apartaba del modelo interactivo tradicional de algoritmo evolutivo, y en su lugar utilizaba la propuesta cococida como Algoritmo Evolutivo Desconectado [17], el resultado fue favorablemente evaluado por el jurado.



Figura 1. XY: ACM Gecco 2013 Evolutionary Art, Design and Creativity competition winner. Four out of the sixty works produced are displayed.

No obstante, la competición se desarrolla en un congreso específico de algoritmos evolutivos, ACM GECCO 2013 en este caso, y el jurado está compuesto por investigadores del área, algunos de ellos siendo también artistas. Pero por lo anterior, tanto el ámbito de la competición como el tipo de jueces, hace que exista una "desviación o tendencia" que favorece el tipo de trabajos presentados.

Entendemos que es necesario dar un paso más para conseguir posicionar el arte evolutivo dónde le corresponde.

IV-C. Sobre los jurados.

La composición del jurado es crucial para calificar la calidad de un trabajo. En el mundo del arte, los curadores (comisarios, - curator en inglés) de las exposiciones son los que deciden los artistas cuyo trabajo merecen la pena. Por otro lado, en las competiciones artísticas, la selección de un jurado adecuado es lo que otorga calidad a la misma. Tanto competiciones como exposiciones se llevan a cabo en museos y galerías, que actuando como *crítica* permiten filtrar y definir en cada momento histórico lo que merece la pena del panorama artístico.

Por todo lo dicho anteriormente, entendemos que la forma más adecuada de evaluación del arte evolutivo,

es que compita con el arte humano en igualdad de condiciones en el contexto concreto del arte tradicional: competiciones de arte, galerías y museos.

Describimos a continuación la experiencia obtenida con las obras que hemos desarrollado en los últimos cinco años, y que nos ha permitido afrontar el proceso de selección de calidad descrito anteriormente, en un recorrido por ciudades y galerías de todo el mundo. En las experiencias que describimos, se incluyen tanto galerías de arte, como otras competiciones internacionales alejadas del círculo de los algoritmos evolutivos.

V. EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

Desde el año 2012, utilizando el Algoritmo Evolutivo Desconectado -que avanza en la dirección del algoritmo evolutivo interactivo, permitiendo al usuario ejecutar todos y cada uno de los pasos del algoritmo evolutivo [16]- hemos ido recorriendo una serie de etapas que nos han permitido mejorar los procesos de evaluación de los resultados artísticos, avanzando en el camino que creemos es más adecuado para posicionar el Arte Evolutivo en el mundo del arte plástico, llegando a obtener algunos de los objetivos perseguidos y, como se verá más adelante, tan sólo pendiente de la decisión sobre la ubicación definitiva de las obras generadas, ya sea en alguna colección particular o en algún museo de arte contemporáneo. Tal como se describe anteriormente en la metodología, hemos tratado de afrontar procesos de evaluación de calidad cada vez más cerca del mundo del arte, y más lejos del área de los algoritmos evolutivos.

V-A. Galerías de Arte y su público

Han sido tres las obras colectivas de arte evolutivo que hemos producido en estos últimos cinco años: *XY*, *XYZ* y finalmente *The horizon project* [5]. Desde el principio se consideró la necesidad de exponer las obras y obtener realimentación de la opinión del público.

En cuanto a la primera obra, *XY*, se decidió mostrarla en congresos del área. Las exposiciones en Cancún, Madrid y Mérida, en congresos como IEEE CEC o MAEB, permitieron obtener información de público *afín*, y detectamos los problemas asociados con la utilización de encuestas a los usuarios, que implican un cansancio similar al de los usuarios que participan de modo interactivo con los algoritmos evolutivos.

Este mismo problema, que se ha repetido con las obras posteriores, está ya siendo objeto de mejora. Recientemente hemos trabajado en un modelo de exposición interactiva, que permite analizar al usuario en la visita, mediante dispositivos Kinect. Los resultados muestran que los datos obtenidos son similares a los obtenidos mediante encuesta, con la ventaja de ser métodos no intrusivos [3]. No obstante, lo que más importa en la propuesta que hacemos, es el modo de evaluación por los actores fundamentales del mundo del arte.

En una segunda etapa, y considerando que el lugar natural para un artista y su obra es una galería de arte, decidimos apostar por este ámbito expositivo. Así, en 2015 y 2017, organizamos exposiciones temporales de la obra *XYZ* en la Galería de Arte "Back Gallery Project", en Vancouver. Conseguimos gestionar la exposición e inauguración del evento en la galería la misma semana que tuvo lugar el congreso IEEE CEC en la ciudad. En el congreso se mostraron algunas reproducciones de la obra, y se redirigió a los asistentes a la galería para la visita. Hay que enfatizar el hecho de que no había ninguna conexión previa entre la galería de arte, dedicada exclusivamente al mundo del arte, y el congreso mencionado.

De forma parecida, se gestionó otra exposición en la Gallerie Louchard de París, en Octubre de 2017, aunque en este caso, la galería si ofrecía a los organizadores del congreso Artificial Evolution 2017 un espacio en el que mostrar arte evolutivo enviado al congreso.

Lo anterior muestra que las galerías de arte pueden estar interesadas en el arte evolutivo igual que en cualquier otro tipo de arte contemporáneo, y que la aceptación de la obra para ser expuesta por parte de galerías de arte, como en los ejemplos descritos anteriormente, son un indicativo, y por tanto un modo de evaluación, de la calidad de las obras.

V-B. Evaluación definitiva: Competición Internacional de Arte

No obstante, y tal como indicábamos en secciones previas, la mejor manera de evaluar un trabajo artístico, independientemente del procedimiento con que se ha generado, es presentarlo en alguna competición puramente artística, a nivel internacional. Esto es lo que se hizo con la tercera obra, *The Horizon Project* [5] (ver figura 2). Se decidió presentarlo a la competición *Show Your World 2017*¹, celebrada en

¹<http://www.reartiste.com/juried-exhibition-show-your-world-2017/>



New York, y cuyas obras finalistas serían expuestas en la galería *Gallery MC*, en Manhattan. La obra fue seleccionada por un jurado internacional como obra finalista, siendo la única obra Española finalista en esta competición, y por supuesto la única generada mediante procesos evolutivos.

Hasta dónde sabemos, esta es la primera vez que una obra de estas características es evaluada y seleccionada como finalista en una competición internacional abierta en el ámbito del mundo del arte, con un jurado especialista, y expuesto en una exposición dirigida por un curador profesional.

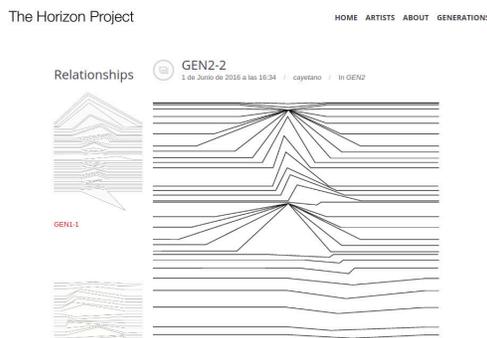


Figura 2. The Horizon Project, available at: <http://merida.herokuapp.com/>

En resumen, aunque en los problemas de optimización la calidad del resultado es fácil de evaluar considerando si el resultado obtenido da solución al problema planteado, creemos que el camino mostrado para evaluar el arte evolutivo en este trabajo, que incluye al público y la crítica, representada por galerías de arte y competiciones internacionales, es el único que puede otorgar un sello de calidad a un resultado artístico.

VI. CONCLUSIONES

Este artículo presenta nuestra posición sobre lo que consideramos más adecuado para la correcta evaluación de un proyecto de arte evolutivo.

Nuestra propuesta, que renuncia al test de turing por su incapacidad para otorgar un sello de calidad a un trabajo, se basa en involucrar a actores fundamentales del mundo del arte: la crítica y al público.

El artículo muestra como ejemplo el recorrido de un proyecto artístico colectivo que comenzó en 2012, y su proyección en los diferentes foros artísticos, ha permitido dotar de sentido diferenciado a la obra, más allá de la distinción por ser arte evolutivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad proyecto TIN2017-85727-C4-{2,4}-P, Junta de Extremadura, Consejería de Comercio y Economía, proyecto IB16035 a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, “Una manera de hacer Europa”.

REFERENCIAS

- [1] Boden, M.A.: The turing test and artistic creativity. *Kybernetes* **39**(3), 409–413 (2010)
- [2] Botstein, L.: Schoenberg and the audience: modernism, music, and politics in the twentieth century. *Schoenberg and his World* pp. 19–54 (1999)
- [3] Fernández, F., García, M., Merelo, J., Aguilar, G., Cruz, C., Hernández, P.: Analyzing evolutionary art audience interaction by means of a kinect based non-intrusive method. In: *Studies in Computational Intelligence series*, vol. 785, pp. 321–347 (2018)
- [4] Frade, M., Fernández de Vega, F., Cotta, C.: Evolution of artificial terrains for video games based on accessibility. In: *European Conference on the Applications of Evolutionary Computation*, pp. 90–99. Springer (2010)
- [5] Hernández, P., Fernández de Vega, F., Cruz, C., Albarrán, V., García, M., Navarro, L., Gallego, T., García, I.: The horizon project: Emotion in lines. *Journal Art and Science* **1**(1), 1–9 (2017)
- [6] House, J.: *Impressionism: Paint and Politics*. Yale University Press (2004)
- [7] Loiacono, D.: Gecco-2013 competitions. *ACM SIGEVOlution* **6**(2), 27–28 (2014)
- [8] McCormack, J.: Open problems in evolutionary music and art. In: *Workshops on Applications of Evolutionary Computation*, pp. 428–436. Springer (2005)
- [9] Peress, M.: *Dvorak to Duke Ellington: A Conductor Explores America’s Music and Its African American Roots*. Oxford University Press on Demand (2004)
- [10] Reichardt, J.: *Cybernetic serendipity: the computer and the arts*. Praeger (1969)
- [11] Romero, J.J.: *The art of artificial evolution: A handbook on evolutionary art and music*. Springer Science & Business Media (2008)
- [12] Secretan, J., Beato, N., D Ambrosio, D.B., Rodriguez, A., Campbell, A., Stanley, K.O.: Picbreeder: evolving pictures collaboratively online. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1759–1768. ACM (2008)
- [13] Takagi, H.: Interactive evolutionary computation: Fusion of the capabilities of ec optimization and human evaluation. *Proceedings of the IEEE* **89**(9), 1275–1296 (2001)
- [14] Thompson, D.: *The \$12 million stuffed shark: The curious economics of contemporary art*. Macmillan (2010)
- [15] Fernández de Vega, F.: Revisiting the 4-part harmonization problem with gas: A critical review and proposals for improving. In: *Evolutionary Computation (CEC), 2017 IEEE Congress on*, pp. 1271–1278. IEEE (2017)
- [16] Fernández de Vega, F., Cruz, C., Navarro, L., Hernández, P., Gallego, T., Espada, L.: Unplugging evolutionary algorithms: an experiment on human-algorithmic creativity. *Genetic Programming and Evolvable Machines* **15**(4), 379–402 (2014)
- [17] Fernández de Vega, F., Navarro, L., Cruz, C., Chavez, F., Espada, L., Hernandez, P., Gallego, T.: Unplugging evolutionary algorithms: on the sources of novelty and creativity. In: *Evolutionary Computation (CEC), 2013 IEEE Congress on*, pp. 2856–2863. IEEE (2013)