

Inteligencia artificial, Goya y el aprendizaje del dibujo. Primeros pasos¹

Ricardo Marín-Viadel

Universidad de Granada ✉ 

Ricardo Campos

Universidad de Granada ✉ 

Joaquín Roldán

Universidad de Granada ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/aris.92891>

Recibido: 6 de diciembre de 2023 • Aceptado: 1 de febrero de 2024

ES Resumen. Hemos enseñado o entrenado a la inteligencia artificial a dibujar a partir de una selección de dibujos y grabados de Goya, usando la plataforma Stable Diffusion de código abierto. Nuestro objetivo ha sido averiguar qué podemos aprender, como profesorado de artes visuales (otro tema muy distinto sería como artistas visuales) de los dibujos que crea la inteligencia artificial. Hemos ensayado variaciones de aprendizajes usando diferentes grupos de imágenes modelo, bien muchas y diversas, bien pocas y muy homogéneas, incluyendo largos textos descriptivos acompañando cada imagen, o únicamente imágenes sin texto escrito asociado, y sobre todo insistiendo en sucesivos aprendizajes a partir de las mismas imágenes modelo. Presentamos una selección de los resultados más satisfactorios: 40 dibujos agrupados en diez series de cuatro.

Para profesionales de la enseñanza del dibujo, las tres primeras sensaciones con la inteligencia artificial son: velocidad, amplia dispersión de la calidad de los resultados, y notable congruencia estilística con los dibujos usados como modelos. Nuestra indagación está siendo un recorrido de ida y vuelta: la inteligencia artificial ha aprendido a dibujar a partir de dibujos de Goya generando resultados de aceptable calidad y nosotros hemos aprendido a incorporar la inteligencia artificial al aprendizaje del dibujo.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Goya, Aprendizaje del dibujo, Educación artística, Imágenes y palabras.

ENG Artificial Intelligence, Goya and learning to draw. First steps

Abstract. We have taught (or trained) artificial intelligence to draw after a selection of drawings and engravings by Goya, using the open-source Stable Diffusion platform. Our goal has been to find out what we can learn, as visual arts teachers –a very different topic would be as visual artists–, from the drawings created by artificial intelligence. We have tried variations of learning using different sets of model images, either many and diverse, or few and very homogeneous, including long descriptive texts accompanying each image, or only images without associated written text, and, above all, insisting on successive learning sessions with the same model images. We present a selection of the most satisfactory results: 40 drawings grouped in ten series of four.

For professionals in the teaching of drawing, the first three sensations with artificial intelligence are: speed, wide dispersion of the artistic quality of the results, and remarkable stylistic congruence with the drawings used as models. Our inquiry has been a two-way journey: artificial intelligence has learned to draw after Goya's drawings, generating results of acceptable quality, and we have learned to incorporate artificial intelligence into the learning of drawing.

Keywords: Artificial intelligence, Goya, Learning to draw, Art education, Images and words.

Sumario: 1. Introducción. 2. Sistemas de inteligencia artificial en la creación artística de imágenes visuales. 3. Goya como modelo para aprender a dibujar. 4. Proceso: enseñar a la inteligencia artificial a dibujar a partir de dibujos de Goya. 4.1. Modos de usar Stable Diffusion para aprender a partir de imágenes. 4.2. ¿Cómo hemos preparado las imágenes para enseñar a la inteligencia artificial?. 5 Resultados. 6. Discusión. La calidad artística de un dibujo y la calidad del aprendizaje artístico. 6.1. Velocidad de creación. 6.2. Calidad dispar. 6.3. Captar el estilo, no copiarlo. 7. Conclusiones y nuevos retos. Referencias.

Cómo citar: Marín-Viadel, R, Campos, R. & Roldán, J. (2024). Inteligencia. Artificial, Goya y el aprendizaje del dibujo. Primeros pasos *Arte, Individuo y Sociedad* 36(2), 329-343. <https://dx.doi.org/10.5209/aris.92891>

¹ Proyecto de investigación I+D+i – RTI, Tipo B, Referencia PID2019-109990RB-I00 (2020-2024), titulado “Metodologías de intervención social basadas en artes visuales: creación cultural, educación, inclusión y patrimonio”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación MCIN/ Agencia Estatal de Investigación AEI/10.13039/501100011033/.

1. Introducción

Esta es una investigación fundamentalmente visual, hecha con dos tipos de dibujos: por un lado, una selección de dibujos y grabados de Francisco de Goya y por otro, los que ha generado la inteligencia artificial a partir de una selección de las imágenes originales de Goya.

¿Por qué y para qué reunir a Goya con la inteligencia artificial para abordar los problemas del aprendizaje del dibujo? El uso de los dibujos y grabados de Goya en los manuales de aprendizaje del dibujo no es infrecuente (Halle, 1964). La novedad radica en incorporar la inteligencia artificial en este proceso.

¿Qué puede enseñarnos la inteligencia artificial sobre el aprendizaje del dibujo? ¿Puede la inteligencia artificial aprender a dibujar mejor a partir de auténticos dibujos de Goya? ¿Cómo puede iluminarnos la forma de aprender a dibujar de la inteligencia artificial a partir de dibujos de Goya sobre el aprendizaje humano del dibujo?

Nuestro propósito no es crear nuevas obras de Goya (dibujos que él nunca realizó pero que por su temática, técnica y calidad gráfica podrían equipararse o confundirse con sus originales), tal y como se ha hecho con Rembrandt (www.nextrembrandt.com, 2016); ni tampoco comprender cómo funciona la inteligencia artificial cuando maneja dibujos de Goya. Estos dos aspectos no son nuestros objetivos pero no habrá más remedio que rozarlos, porque los dibujos que hace la inteligencia artificial a partir de Goya consiguen captar muchas de las claves de su estilo (aunque, por ahora, no llegan a tener la calidad artística de los originales goyescos), y porque para conseguir que la inteligencia artificial aprenda a dibujar a partir de dibujos de Goya ha sido necesario inmiscuirse en las múltiples opciones que ofrecen las diferentes plataformas, siempre como usuarios, a lo sumo ligeramente avanzados.

Los sistemas de creación de imágenes visuales de la inteligencia artificial accesibles al público general, incluido el profesorado de artes visuales, ¿pueden aprender a dibujar con la calidad de las mejores obras del arte antiguo y contemporáneo? ¿qué podemos aprender, como profesorado de artes visuales (otro tema muy distinto sería como artistas visuales), de los dibujos que crea la inteligencia artificial? La inevitable comparación entre los resultados que consigue nuestro alumnado humano aprendiendo a dibujar a partir de Goya y los que logra la inteligencia artificial ¿qué nos enseña?

Por lo tanto, entre el amplio y denso abanico de impactos y desafíos que la reciente popularización de la inteligencia artificial nos plantea en Educación Artística (Leonard, 2020; Marín Viadel, 2023, Matthews, Shannon y Roxburgh, 2023), aquí nos centramos en tres aspectos: (a) describir los procedimientos de aprendizaje o entrenamiento fundamentalmente visual de la inteligencia artificial; (b) interpretar los resultados obtenidos con la inteligencia artificial a la luz de los métodos habituales de enseñanza del dibujo con alumnado humano; y (c) evaluar la calidad de los dibujos creados por la inteligencia artificial.

2. Sistemas de inteligencia artificial en la creación artística de imágenes visuales

Actualmente es fácil dar una definición ostensiva de la inteligencia artificial: eso que usamos habitualmente cuando hacemos búsquedas en Internet, cuando recurrimos a traductores automáticos, cuando hacemos preguntas a los asistentes virtuales como Siri o Alexa, cuando escribimos textos con ChatGPT, o cuando usamos Photoshop con sus nuevos módulos de interpretación, relleno o crecimiento de dibujos y fotografías.

Una definición académica es la de Asunción Gómez-Pérez, catedrática de inteligencia artificial de la Universidad Politécnica de Madrid, en su discurso de entrada a la Real Academia Española de la lengua:

La inteligencia artificial es la tecnología habilitadora que dota a sistemas y dispositivos digitales de capacidades cognitivas, tales como razonar, emplear el lenguaje, ya sea para traducir entre idiomas, mantener una conversación oral o escrita con una máquina para resolver una tarea, clasificar documentos, crear imágenes a partir de descripciones en lenguaje natural, reconocer objetos en fotografías e, incluso, aprender de nuestra conducta o costumbres. (2023, p. 17)

Para nuestro propósito nos centraremos en las tecnologías de la inteligencia artificial para la creación de imágenes visuales y artísticas.

En España contamos con el precedente del seminario titulado 'Generación de formas plásticas' que organizó en 1968 el Centro de Cálculo de Universidad de Madrid, en el que participaron artistas como J. Alexanco, Elena Asins, José María Iturralde, Eusebio Sempere o Soledad Sevilla, entre otros. En este caso no se hablaba de inteligencia artificial sino de aplicaciones del ordenador al arte. (Iturralde, s.f.; Museo Reina Sofía, s. f.)

Más próximos a la actualidad, y considerados inteligencia artificial propiamente dicha en la creación en artes visuales, señalaremos tres hitos, que se han convertido en clásicos:

- 'Aaron', desarrollado por el profesor y artista Harold Cohen en 1973, considerado el primer sistema de inteligencia artificial para la creación artística en dibujo y pintura. (McCorduck, 1990).
- En 2016, el proyecto Nextrembrandt [el siguiente Rembrandt], habiendo analizado el conjunto de los cuadros pintados por Rembrandt, y especialmente los rostros de las personas retratadas, creo e imprimió en 3D un 'nuevo' cuadro del artista holandés (El próximo Rembrandt, 2022).
- El galerista Aidan Meller lanzó en 2019 a la artista Ai-Da (2023), una humanoide, con gran proximidad a la anatomía humana (aunque no sabe caminar), cuyos ojos son cámaras de video y que con sus brazos y manos robóticas usa lápices y pinceles, lo que hace todavía más impactante su proceso de creación de dibujos y pinturas.

Estos tres ejemplos corresponden a proyectos singulares y pioneros, para los que se necesita reunir el esfuerzo de amplios y costosos equipos interdisciplinarios, y que, por lo tanto, son de muy difícil aplicabilidad en el ámbito de la enseñanza de las artes visuales en cualquier nivel de enseñanza.

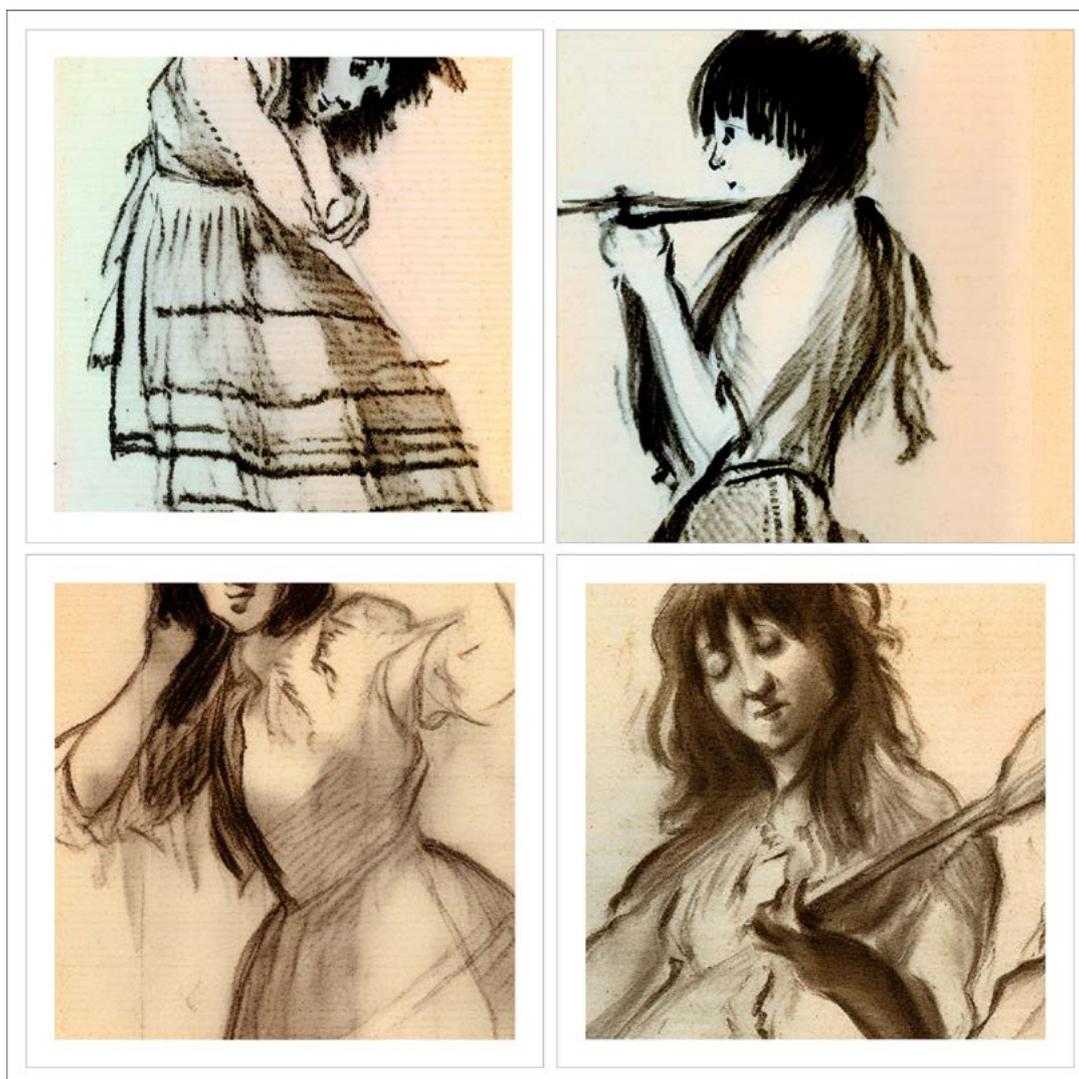


Figura 1. Autores (2023). Cuatro dibujos de figuras femeninas, a partir de Goya, número 1. Arriba izquierda *Figura femenina encorvada 3400*, arriba derecha *Figura femenina con trazo negro del cuello a las manos 3250*, abajo izquierda *Figura femenina recortada con mano derecha en el pelo 650*, y abajo derecha *Figura femenina tocando una guitarra 950*. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales de Autores + IA (2023, 18 de mayo),

El gran salto adelante se produjo a comienzos de 2021 cuando aparecen plataformas abiertas al público en general para crear imágenes visuales a partir de frases cortas, escritas en lenguaje natural, a gran velocidad y gratuitas o con costes muy reducidos (apenas unos céntimos de euro por imagen), tales como DALL-E de OpenAI, Midjourney, StyleGAN o Stable Diffusion, entre otras. (DeepAI Team, 2023).

De repente ha dejado de ser necesario o bien saber dibujar y pintar con cierta habilidad e imaginación, o bien disponer de una cámara de fotografía o vídeo y estar situado ante un personaje o paraje insólito (o crearlo mediante complejas escenografías o arduo trabajo de laboratorio y postproducción), para conseguir crear imágenes visuales convincentes e insólitas. Una breve descripción escrita de lo que deseamos ver es suficiente. Esta es una de las grandes innovaciones de la inteligencia artificial: crear imágenes visuales a partir de descripciones verbales. Su impacto en la enseñanza de las artes visuales va a ser muy profundo. Por ejemplo, en el sector específico del diseño gráfico Matthews, Shannon y Roxburgh (2023, p. 1) afirman que: "...se han publicado relativamente pocas investigaciones sobre el tema, pero las que existen señalan que el diseño gráfico tal como lo hemos conocido tiene un futuro incierto."

3. Goya como modelo para aprender a dibujar

Fijarse en Goya o tomarlo como modelo para abordar los problemas del aprendizaje del dibujo no es raro, pero tampoco demasiado frecuente. Los dibujos de los grandes maestros italianos Leonardo, Rafael, o Miguel Ángel, y los de los Impresionistas son mucho más habituales en los manuales para aprender a dibujar (Camp, 1993; Wilson, Hurwitz y Wilson, 2004), porque las escenas y figuras humanas de Goya son más extrañas, dramáticas e idiosincrásicas.

Nosotros hemos optado por comenzar con Goya por tres razones: una, su excepcional calidad artística, dos, la disponibilidad de excelentes reproducciones en línea, y tres, por haber podido estudiar directamente una buena parte de sus dibujos en la exposición que realizó el Museo del Prado hace cuatro años (VV. AA., 2019).

4. Proceso: enseñar a la inteligencia artificial a dibujar a partir de dibujos de Goya

Actualmente existen varias aplicaciones de inteligencia artificial para crear imágenes a partir de descripciones verbales o a partir de una imagen. Nosotros nos hemos decantado por Stable Diffusion, un programa de código abierto creado por la empresa alemana Runway LMU y financiado por Stability.ai. Este *software* nos ofrece cinco ventajas importantes.

Primera, al ser de código abierto, podemos descargarlo en nuestro ordenador o ejecutarlo en servidores remotos, sin depender de plataformas de terceros. Por consiguiente, nos encontramos con una aplicación totalmente gratuita y sin más límites que los que nos pueda marcar nuestro equipo informático y su tarjeta gráfica.

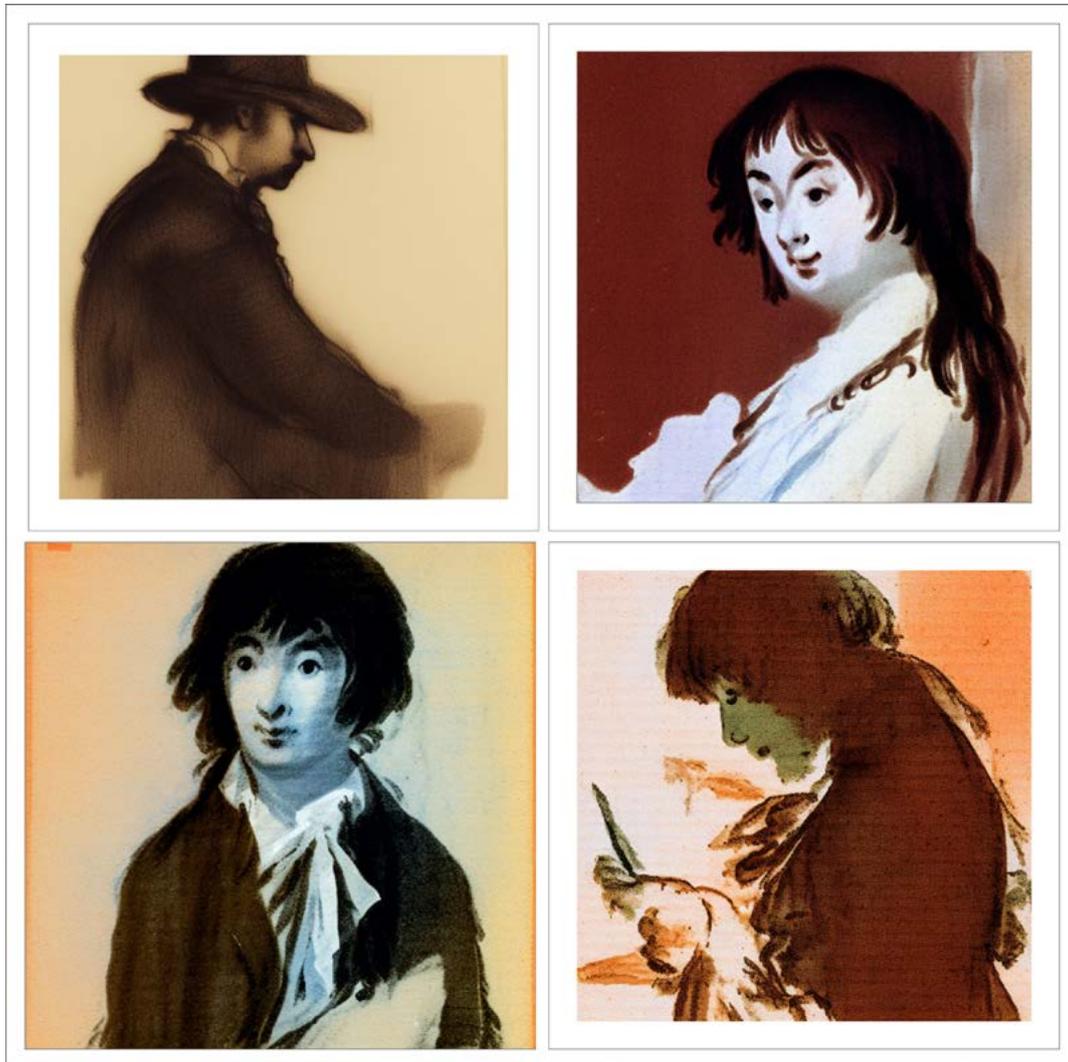


Figura 2. Autores (2023). Cuatro dibujos de figuras masculinas, a partir de Goya, número 1. Arriba izquierda Figura masculina con sombrero 50, arriba derecha Figura masculina con pelo largo 2650, abajo izquierda Figura masculina de frente con lazo al cuello 2700, y abajo derecha Figura masculina de perfil en rojo 3250. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 19 de mayo)

Segunda, al menos por ahora, hay una amplia comunidad de especialistas que, de forma desinteresada, dedica su tiempo y recursos para desarrollar nuevos modelos y funcionalidades que van mejorando, casi día a día, las posibilidades de Stable Diffusion. Algo semejante a lo que sucede con el sistema operativo Linux.

Tercera, Stable Diffusion nos permite realizar entrenamientos con los grupos o colecciones de imágenes en las que estamos interesados, modificando sus bases de datos originales con nuevas imágenes y descripciones de texto. Esto significa que tenemos un mayor control sobre los resultados que buscamos, y sobre las diferentes formas de ejecutar los entrenamientos o aprendizajes específicos en los que estamos interesados, aunque esto requiere de ciertos conocimientos técnicos para su uso.

Cuarta, no hay censura sobre las imágenes en Stable Diffusion, lo que es fundamental para poder crear, analizar y re-interpretar obras de arte, en las que abundan desnudos, escenas crueles y violentas, como es el caso, por ejemplo, de muchos dibujos y grabados de Goya.

Quinta, Stable Diffusion nos proporciona no solo las imágenes creadas en el aprendizaje o entrenamiento, sino también el algoritmo exacto que ha producido cada una de las imágenes. Esto abre grandes posibilidades para sucesivos aprendizajes, porque en lugar de describir verbalmente un estilo de dibujo podemos usar directamente el algoritmo correspondiente a la imagen que nos interesa.

Estos son los cinco motivos por los que hemos descartado el uso de aplicaciones como Dall-E o Midjourney. Estas, y otras semejantes, ofrecen un producto comercial en el que no es posible realizar modificaciones decisivas en el proceso de creación de imágenes, excepto la redacción del texto a partir del cual se crean, o bien transformaciones a partir de una única imagen. Para nuestro propósito esto no es suficiente por dos razones: (a) necesitamos poder entrenar a la inteligencia artificial con un buen número de dibujos y grabados originales de Goya, y (b) necesitamos poder ejecutar un gran número de pasos de aprendizaje o entrenamiento, a partir del mismo grupo de dibujos.

Actualmente existen tres modelos o bases de datos principales en Stable Diffusion. Entre ellos hemos elegido la versión 1.5, de 20 de octubre de 2022, que ha sido entrenada con más de dos millones de imágenes. Para ejecutar este programa, hacemos uso del interfaz Automatic1111 creado por una persona u organización anónima denominada bajo ese mismo pseudónimo porque además de ser una de las más populares entre la comunidad de usuarios y usuarias de Stable Diffusion, es la que más variables ofrece y la que nos proporciona mayor versatilidad a la hora de realizar los entrenamientos o aprendizajes.

Es posible ejecutar Automatic1111 en cuadernos de Google Colab o en nuestro propio ordenador personal, pero nosotros, para llevar a cabo los entrenamientos de la inteligencia artificial en un tiempo razonable (un par de horas o tres, aproximadamente, por cada sesión de entrenamiento), hemos hecho uso de una plataforma de servidores remotos denominada Runpod (runpod.io). La principal diferencia, es que Runpod, aunque cobra un alquiler de alrededor de un euro por hora, dispone de procesadores muy potentes que nos permiten ahorrar bastante tiempo y, por consiguiente, reducir el consumo de recursos (tanto de equipos, como eléctricos). Nosotros hemos dedicado alrededor de 200 horas para entrenar a la inteligencia artificial con nuestra selección de dibujos y grabados de Goya.

4.1. Modos de usar Stable Diffusion para aprender a partir de imágenes

Hay muchos modos de usar la inteligencia artificial para crear imágenes visuales. El más frecuente es redactar un breve texto descriptivo (en inglés *prompt*) para que la inteligencia artificial genere una imagen. Podemos indicar que deseamos un dibujo (o una pintura, o una fotografía), incluso especificar la técnica exacta, y que lo haga al estilo de Goya, o de cualquier otro artista. Estos tres tipos de información, –primero, el tipo de imagen que queremos que reproduzca (un grabado, una escultura, un cómic, un dibujo, etc.), segundo, qué es lo que queremos que aparezca dibujado o fotografiado (una figura humana, una ciudad, una manzana, etc.), y tercero, a la manera de qué estilo (Barroco, Expresionista, etc.) o artista (Frida Kahlo, Dalí, Tacita Dean, etc.)–, son los decisivos para escribir el texto con el que la inteligencia artificial crea imágenes visuales. Depurando las instrucciones escritas y ajustando algunos de los parámetros u opciones que ofrecen las diferentes plataformas pueden obtenerse una gran variedad de imágenes digitales, bastante convincentes. Ya se han publicado varios manuales sobre cómo escribir esas instrucciones, muchos de ellos escritos por la propia inteligencia artificial (IA, 2022; Geek, 2023). En la mayoría de las plataformas de inteligencia artificial este proceso se denomina ‘imagen a partir de texto’ [*text to image*].

También está disponible el procedimiento para crear una imagen a partir de otra [*image to image*], ya sea partiendo de simples bocetos o de complejos dibujos y fotografías muy elaboradas.

Ninguno de estos dos procedimientos, que son los más frecuentes, es útil para nuestros propósitos. Nosotros necesitábamos poder generar una colección de nuevos dibujos (entre 70 y 250) a partir de un grupo numeroso (normalmente entre 20 y 40) de dibujos originales de Goya.

Nosotros no queríamos depender únicamente de cómo había sido entrenada la inteligencia artificial con imágenes de Goya, sino de enseñarle directamente, nosotros mismos, a partir de los dibujos que hemos considerado idóneos para el aprendizaje. Este asunto es crucial. Por Internet circulan muchas imágenes vinculadas a Goya (y a los artistas más famosos) que poco o nada tienen que ver con sus obras de arte originales. Multitud de imágenes de copistas, imitadores, aficionados, ejercicios escolares, pueblan las redes sociales con imágenes inauténticas, que se encuentran vinculadas por su título o descripción escrita al nombre de un artista, pero que no son obras de su autoría. Los conjuntos de datos [*dataset*] con los que se entrena y alimenta la inteligencia artificial no siempre son del todo fiables porque no se ha tenido cuidado en distinguir los auténticos goyas de las copias, falsificaciones, remedos y versiones. Por ejemplo, la página web ‘SDXL 1.0 Artistic Studies’ (s. f.) muestra ejemplos de imágenes creadas por la inteligencia artificial a partir del estilo de más de 5.000 artistas individuales y de más de 100 técnicas artísticas distintas. Los resultados que muestra esta página web en general son poco satisfactorios, especialmente en el caso de los más notables artistas, tanto antiguos como contemporáneos.

Es necesario añadir que el problema de la calidad de las fuentes primarias de información visual no afecta únicamente a la inteligencia artificial, sino también al alumnado humano. Muy pocos estudiantes, en sus ejercicios escolares, desde educación primaria hasta la universidad, tienen la formación suficiente para discriminar atribuciones erróneas de autoría de famosas obras de arte, o se toman la molestia de comprobar la veracidad de la información contrastando diferentes fuentes primarias y fiables (catálogos en línea de los más prestigiosos museos y colecciones, monografías y catálogos razonados, etc.), sino que dan por buenas las respuestas de los buscadores habituales, ya sea Google, Bing, o Yahoo Search.

Por consiguiente, una de las primeras tareas para enseñar a la inteligencia artificial a dibujar como Goya es usar únicamente las mejores reproducciones de sus mejores dibujos, tal y como pueden obtenerse de las colecciones en línea del museo del Prado, de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, o de la

Calcografía nacional. Usando esas fuentes de referencia de la información visual nos aseguramos de que: a) son auténticamente de Goya, b) son reproducciones completas y lo más exactas posible de los originales, c) tienen suficiente calidad para poder apreciar la calidad de sus líneas, manchas, composición, etc., que son las cualidades que nos interesa que la inteligencia artificial aprenda.

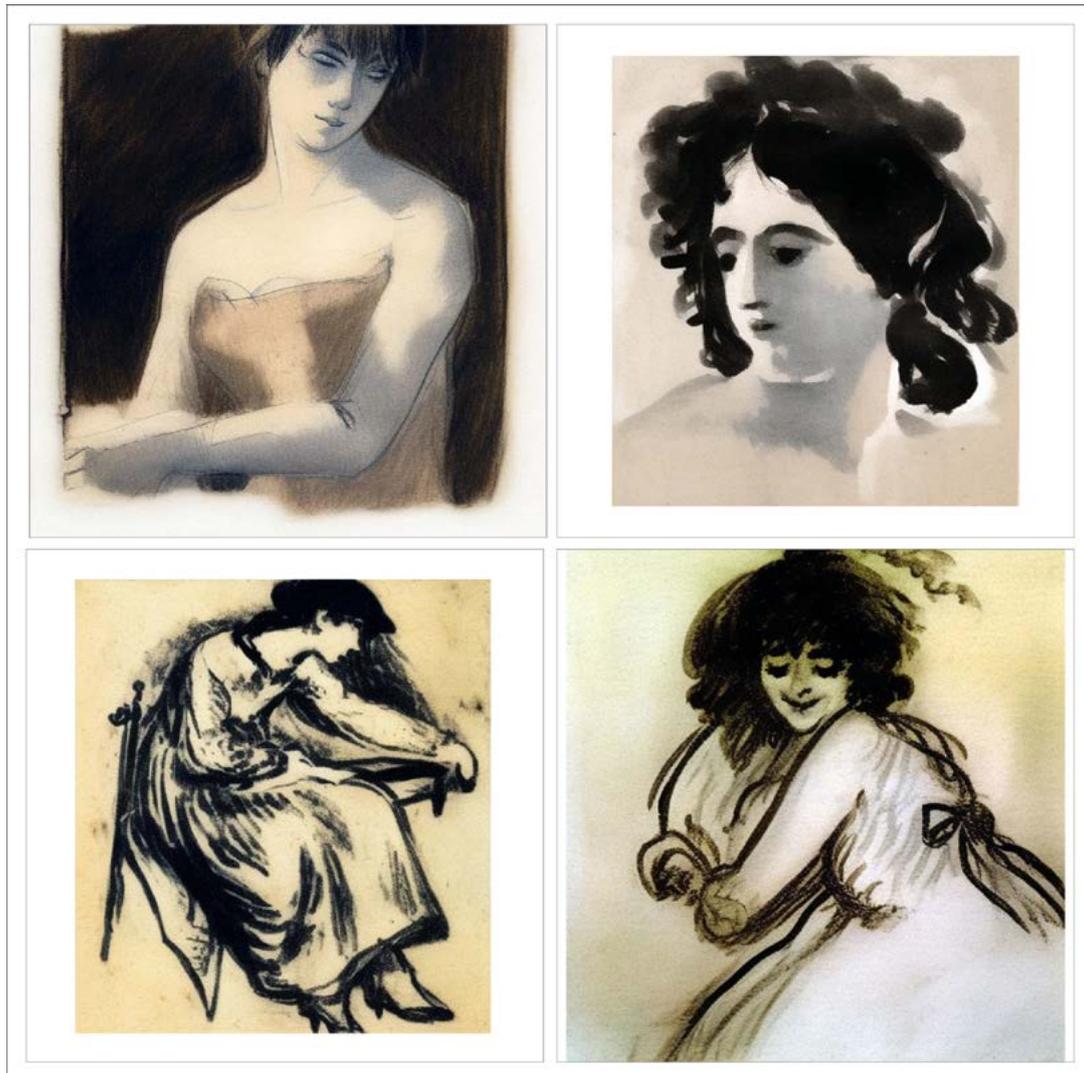


Figura 3. Autores (2023). *Cuatro dibujos de figuras femeninas, a partir de Goya, número II.* Arriba izquierda *Figura femenina con vestido rosáceo 150*, arriba derecha *Cabeza femenina 900*, abajo izquierda *Figura femenina sentada 1700*, y abajo derecha *Figura femenina con lazo en la espalda 1650*. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 19 de mayo).

4.2. ¿Cómo hemos preparado las imágenes para enseñar a la inteligencia artificial?

Preparar los dibujos de Goya para que la inteligencia artificial aprenda a partir de ellos es una tarea semejante a la de preparar una clase con alumnado humano, que implica dos tareas: por un lado, seleccionar cuáles dibujos vamos a proponer como modelos; y, por otro, preparar esas imágenes en el formato adecuado para su adecuado reconocimiento por la inteligencia artificial.

Stable Diffusion funciona mejor, ajustándose a las siguientes cuatro normas. Primera, cada archivo de imagen tiene que estar en formato gráfico PNG (gráfico de red portátil) [*Portable Network Graphic*]. Segunda, las imágenes deben ser cuadradas con 512 x 512 píxeles de lado (normalmente entre 250 y 850 Kb de tamaño); como casi ningún dibujo original de Goya tiene un formato cuadrado hay que añadirle franjas horizontales o verticales de color gris neutro para rellenar una forma cuadrada. Tercera, todas las imágenes seleccionadas para un mismo aprendizaje tienen que estar identificadas con idéntico nombre y numeradas sucesivamente. Cuarta, cada sesión de aprendizaje o entrenamiento debe prepararse con grupos de entre 15 y 20 imágenes como mínimo.

Nuestras sesiones de aprendizaje o entrenamiento han constado de 3.000 o de 5.000 pasos, y hemos obtenido una imagen cada 20 pasos o cada 50 pasos, así que en total cada sesión con la inteligencia artificial nos ha proporcionado o bien 60 o bien 250 dibujos, a una velocidad de, aproximadamente, un nuevo dibujo por minuto.

En cualquier caso, el desarrollo de nuevos algoritmos, opciones, aplicaciones y utilidades de la inteligencia artificial para la creación de imágenes visuales avanza tan vertiginosamente, que estas someras indicaciones de tipo técnico quedarán rápidamente anticuadas y obsoletas.

Además de estos cuatro requisitos técnicos, nosotros hemos seguido las siguientes cuatro pautas en la preparación de los dibujos y grabados originales de Goya.

4.2.1. Aprender tanto de un dibujo completo como de sus detalles

Un buen dibujo tiene muchos detalles que son extraordinarios. De igual manera que de un buen libro se pueden extraer un buen número de citas fragmento, de un buen dibujo se pueden encuadrar múltiples detalles de interés. De hecho, un buen dibujo no lo es a no ser que cada uno de sus detalles sea extraordinario. Este puede ser un buen criterio de calidad. En un buen dibujo no hay detalle ocioso, insulso o torpe. Por ello, tanto para el aprendizaje con alumnado humano como para el entrenamiento de la inteligencia artificial hemos trabajado con dibujos y grabados completos, así como con detalles significativos (rostros, manos, grupos de pequeñas figuras humanas en segundo plano, pliegues, brillos y transparencias de diferentes tipos de tejidos, etc.) que faciliten concentrar la atención sobre la sabia y delicada ejecución gráfica de cada elemento de la imagen.

4.2.2. Coherencia temática y estilística de cada colección o grupo de imágenes modelo

Inicialmente pensamos que el mejor procedimiento para enseñarle a la inteligencia artificial a dibujar como Goya sería prepararle muchas imágenes, cuantas más mejor y lo más diversas en cuanto a épocas y estilos, para que el algoritmo depurara, algo así como, la quintaesencia del estilo gráfico de Goya. Esto, por ahora, no nos ha funcionado. Hemos comprobado que, al menos para el patrón de entrenamiento que nosotros hemos utilizado (inversión textual [*textual inversión*] a 0,5 puntos de tasa de aprendizaje), agrupar más de 15 o 20 dibujos no resulta eficaz.

Esto nos ha llevado a pensar que cuando hablamos o explicamos el estilo de Goya, en realidad no hay uno, sino varios estilos sucesivos, y que el aprendizaje tanto humano como de la inteligencia artificial mejora cuando nos concentramos en un conjunto coherente de unos pocos dibujos y grabados. Cuanto más coherentes son los dibujos entre sí, la inteligencia artificial mejor capta el estilo tanto temática como formalmente.

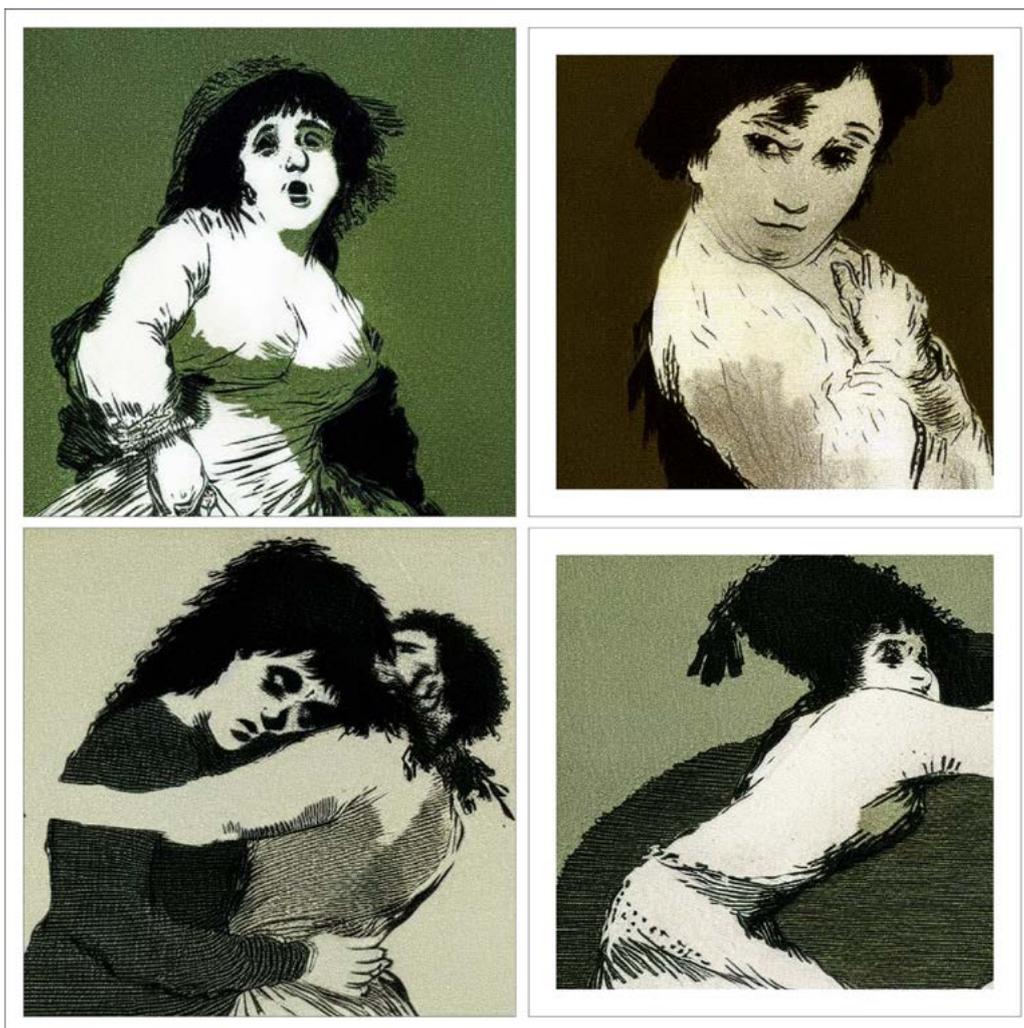


Figura 4. Autores (2023). Cuatro dibujos de figuras humanas, a partir de Goya, número I.

Arriba izquierda *Figura femenina con vestido ceñido* 2880, arriba derecha *Figura femenina con las manos recogidas en el pecho* 880, abajo izquierda *Dos figuras humanas abrazadas* 3620, y abajo derecha *Figura femenina con peinado alargado* 3980. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 1 de septiembre).

4.2.3. Textos descriptivos acompañando a cada imagen

Lo recomendado para enseñar o entrenar a la inteligencia artificial con Stable Diffusion es que cada archivo de imagen esté asociado a un archivo de texto, con el mismo título que la imagen.

Para nuestros primeros entrenamientos preparamos amplias descripciones de texto, de unas 250 palabras en inglés, que incluían cuatro categorías: una, la identificación de la obra (título, fecha, técnica y localización) de acuerdo con la ficha catalográfica de la institución en la que se encuentra la pieza; dos, la descripción pre-iconográfica e iconográfica de los elementos figurativos que aparecían en la imagen (figuras humanas, animales, mobiliario, objetos, etc.); tres, un amplio análisis de las cualidades formales (composición, claroscuro, ritmo, tipos de línea, etc.); y cuatro, varios términos alusivos a cualidades estéticas vitales, tales como alegría, dolor, desesperación, tragedia, ironía, etc.

Comprobamos que los resultados visuales que producía la inteligencia artificial no diferían en calidad de forma notoria, entre los aprendizajes con amplias descripciones verbales de cada imagen de aquellos en los que no se asociaba texto alguno a las imágenes que servían de modelo. La principal diferencia fue únicamente la lentitud con la que la inteligencia artificial generaba imágenes asociadas a un texto descriptivo. En los entrenamientos con imágenes y texto asociado, la inteligencia artificial tarda el doble de tiempo en generar una nueva imagen que en los aprendizajes únicamente visuales (modelos de Goya sin ninguna indicación escrita), manteniendo la misma configuración en ambos casos.



Figura 5. Autores (2023). Cuatro dibujos de figuras humanas, a partir de Goya, número II. Arriba izquierda *Figura femenina en diagonal* 2020, arriba derecha *Tres figuras humanas* 1260, abajo izquierda *Dos figuras humanas, cabeza y torso, una en primer plano* 800, y abajo derecha *Figura femenina en diagonal gritando* 3640. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 1 de septiembre).

4.2.4. Aprender a crear imágenes a partir de otras imágenes, sin mediación de texto escrito

A diferencia del procedimiento habitual de escribir un texto para que la inteligencia artificial haga el dibujo, a nosotros nos ha interesado enseñarla o entrenarla partiendo únicamente de información visual. Hemos preferido que la inteligencia artificial cree sus dibujos trabajando directa y exclusivamente a partir de dibujos de Goya, sin decirle que son de Goya (aunque ella lo averigua por su cuenta), y que genere nuevos dibujos sin

ninguna indicación escrita sobre qué tipo de imágenes debe crear. El proceso es semejante al que podemos emplear con alumnado humano: proponemos unos cuantos dibujos como modelos, solicitamos que el alumnado se fije en ellos, los estudie y analice visualmente, y que, a partir de ellos, cada persona haga sus propios dibujos. No se trata de copiarlos sino de aprender a incorporar lo que esos dibujos nos enseñan en nuestras propias creaciones.

4.2.5. Repetir el aprendizaje con las mismas imágenes modelo varias veces sucesivas

La insistencia y concentración en un mismo problema visual, una y otra vez, y en condiciones semejantes, es una buena estrategia de aprendizaje para lograr una mejor elaboración y profundización de los resultados. Esta estrategia está relacionada tanto con el concepto de aprendizaje en espiral de Bruner (1988) como con la metódica tenacidad de Claude Monet pintando la fachada de la catedral de Rouen, o los almiares y nenúfares de Giverny (National Gallery, s. f.).

Con la inteligencia artificial algunos de los más intrigantes y sorprendentes dibujos se han producido repitiendo el aprendizaje o entrenamiento varias veces seguidas a partir de los mismos dibujos modelos de Goya.

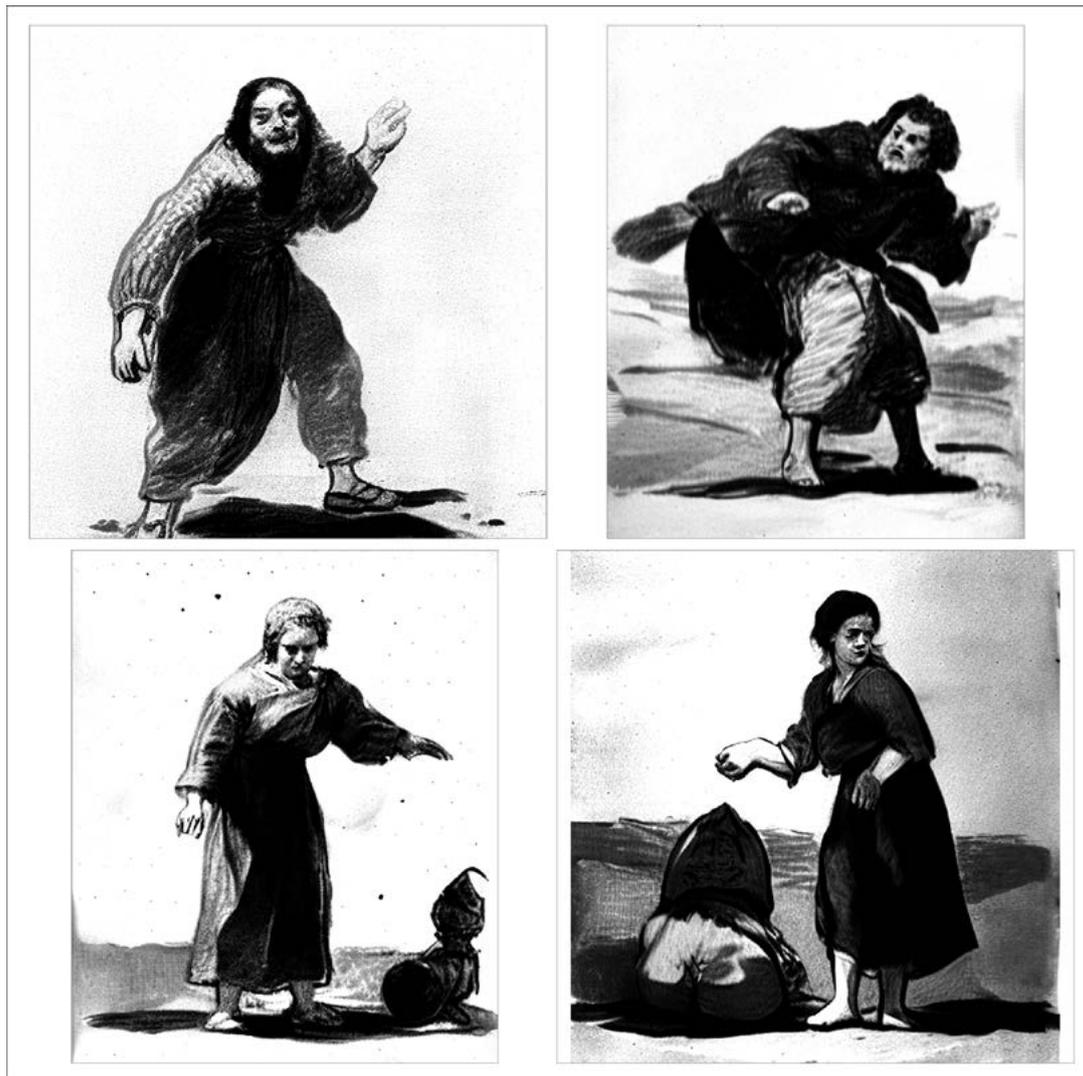


Figura 6. Autores (2023). Cuatro dibujos de figuras humanas completas, a partir de Goya, número 1. Arriba izquierda Figura masculina completa con mano izquierda levantada 525, arriba derecha Figura masculina completa con la espalda inclinada hacia delante 925, abajo izquierda Figura femenina con brazo izquierdo extendido 2775, y abajo derecha Figura femenina completa con vestido negro hasta media pierna 2300. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 14 de septiembre)

5. Resultados

Del casi millar de dibujos realizados con la inteligencia artificial a partir de aprendizajes con Goya, desde mayo a octubre de 2023, presentamos una selección de algunos de los resultados más satisfactorios, en total 40 dibujos agrupados en diez series de cuatro, cada una.

Las series se presentan ordenadas cronológicamente (Figuras 1-10) para sugerir la evolución del aprendizaje o entrenamiento.

En las seis primeras se aprecia claramente que han sido producidas a partir de grupos diferentes de dibujos y grabados de Goya.

Para las tres primeras series (Figuras 1-3) usamos cinco dibujos originales de Goya (1777, 1794-1795 a, b, c, y c. 1797) y cuatro detalles de cada dibujo (cabezas, manos y vestidos) en total 20 imágenes modelo. En todos aparecen una o dos figuras humanas, tres son aguadas y tinta china, y los otros dos están dibujados con lápiz negro y rojo.

Para las siguientes dos series (Figuras 4 y 5) las 15 imágenes usadas como modelos para el aprendizaje de la inteligencia artificial fueron detalles de rostros humanos escogidos de entre los que aparecen en las estampas de la colección de grabados titulada *Los Caprichos* (Goya, 1799).

En la serie de la Figura 6, con dibujos de figuras humanas completas, se usaron como modelos 20 dibujos de Goya del *Cuaderno C* o de *la Inquisición*, todos ellos aguadas y tinta de hollín sobre papel verjurado, fechados entre 1814 y 1823.

Las cuatro últimas series (Figuras 7-10) corresponden a repeticiones de aprendizajes o entrenamiento con el mismo grupo de dibujos y grabados originales de Goya utilizados en las cinco primeras series.

Dentro de cada serie, al final del título descriptivo de cada dibujo aparece un número que corresponde al paso del entrenamiento en el que se generó esa imagen en particular. La organización de los dibujos dentro de cada grupo de cuatro no respeta el orden en el que aparecieron los dibujos (los números al final del título no van de menor a mayor), sino que se rige por la coherencia y eficacia visual del conjunto.



Figura 7. Autores (2023). Cuatro dibujos de cabezas femeninas, a partir de Goya, número I. Arriba izquierda Cabeza femenina de perfil, inclinada a la derecha 3660, arriba derecha Cabeza femenina de pelo largo y lacio girada a la izquierda 3520, abajo izquierda Torsos de figura humana a contraluz 3500, y abajo derecha Cabeza femenina vista desde arriba envuelta en grises y ocres 1100. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 14 de septiembre)

6. Discusión. La calidad artística de un dibujo y la calidad del aprendizaje artístico

Tanto para la preparación de las sesiones de aprendizaje, seleccionando unos u otros dibujos de Goya, como para seleccionar los resultados producidos por la inteligencia artificial, hay dos temas que se convierte en centrales: la calidad artística de un dibujo y la calidad educativa de un aprendizaje artístico (Birkhoff, 1933;

National Art Education Association 2020; Rosenberg, 1969). De acuerdo con este último: “El valor artístico o calidad en una obra de arte no es solo cuestión de opinión personal sino, en alto grado, es también una cuestión de acuerdo general entre observadores/as artísticamente sensibles y cultivados y objetivamente identificable en alto grado.” (Rosenberg, 2969, p. XXIV).

¿Quién, cómo y porqué se toma la decisión sobre la mejor o peor calidad artística de un dibujo ya sea hecho por Goya o por la inteligencia artificial? Nosotros hemos consensuado nuestras selecciones con otros tres profesionales del dibujo y de la enseñanza del dibujo, no tanto como un proceso riguroso de triangulación, ni a través de votaciones, sino al modo en el que se debaten y consensuan las decisiones entre los miembros del jurado de un premio de dibujo o de pintura, o de un tribunal de tesis de máster o de doctorado.

En general, las imágenes creadas por la inteligencia artificial a partir de su aprendizaje con Goya son, en primer lugar, sorprendentes. Para profesionales de la enseñanza del dibujo con alumnado humano las tres primeras sensaciones con la inteligencia artificial son: velocidad, amplia dispersión de la calidad de los resultados, y notable congruencia estilística con los dibujos usados como modelos.



Figura 8. Autores (2023). Cuatro dibujos de cabezas humanas, a partir de Goya, número I.
 Arriba izquierda Cabeza humana en primer plano 60, arriba derecha Cabeza femenina con grandes ojos negros 1740,
 abajo izquierda Torso de figura humana con pelo negro 4300, y abajo derecha Cabeza femenina vista desde arriba 1180.
 Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 15 de septiembre),

6.1. Velocidad de creación

La inteligencia artificial crea nuevas imágenes, aproximadamente una por minuto, independientemente de la cantidad de detalles o del grado de elaboración de cada pormenor. Esta velocidad hace revivir la que se experimentó cuando aparecieron las primeras calculadoras de bolsillo a comienzos de la década de los años 70 del siglo XX. Esta velocidad de creación de nuevos dibujos solo es equiparable a la velocidad con la podemos producir fotografías con una máquina automática. Pero ahora no se trata de fotografías sino de dibujos, dicho con mayor propiedad, de imágenes digitales que reproducen muy bien la apariencia de dibujos, ante los que no podemos evitar acordarnos del tiempo que se tarda en ejecutar cada trazo o cada mancha a mano alzada. Precisamente la velocidad con la que produce imágenes la inteligencia artificial sitúa el problema de discriminar la calidad gráfica y artística en primerísimo plano.

6.2. Calidad dispar

En el conjunto de resultados aparecen algunos dibujos de notable calidad y otros completamente insustanciales. Esto parece suceder de forma aleatoria, aunque a medida que se van trabajando más variables y algoritmos semilla [seed], este componente aleatorio se va disipando, dejando paso a un proceso más dirigido y con resultados acordes con lo esperado.

Resulta difícil intentar comprender cuál ha sido el tipo de búsqueda o de intención (es muy difícil evitar conceptos antropomórficos) a través de la sucesión de dibujos que crea la inteligencia artificial. En cualquier caso, nada que ver con un proceso humano. Las categorías y estrategias habituales con las que evaluamos los resultados de un ejercicio semejante hecho por alumnado humano no son aplicables a los resultados de la inteligencia artificial. La sucesión de imágenes que esta produce no sugiere que haya habido una concentración sobre un problema gráfico u otro, tratando de captar la estructura compositiva general, el tipo de líneas, la distribución de luces y sombras, y así sucesivamente. En todos los dibujos que produce la inteligencia artificial parece tratarse de alguien (o de algo) que sabe dibujar, porque no hay titubeos ni rectificaciones, ni hay incongruencias estilísticas de los detalles entre sí, ni entre estos y el conjunto. Cada resultado parece acertar plenamente o fallar de forma estrepitosa, pero sin corresponder a una secuencia de aprendizaje propiamente dicho. Quizás lo más llamativo son los errores en la resolución de la anatomía humana: un ojo puede tener dos o más iris o pupilas, las líneas que dibujan las cejas o los labios pueden estar duplicadas, los brazos y piernas pueden tener cualquier longitud, y las manos y los dedos pueden tirar más a boniatos o a raíces. ¿Cuál es el origen de este tipo de errores? No es nuestro campo. Lo que está claro es que se trata de errores insólitos en el dibujo humano.



Figura 9. Autores (2023) Cuatro dibujos de cabezas humanas, a partir de Goya, número II.

Arriba izquierda Cabeza femenina de tres cuartos mirando a la izquierda 620. Arriba derecha Cabeza femenina con trazo negro ondulado abajo 3500, abajo izquierda Cabeza humana de perfil mirando a la derecha 1820, y abajo derecha Figura femenina perfilada en negro 4780. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 15 y 16 de septiembre).

6.3. Captar el estilo, no copiarlo

La congruencia estilística con los dibujos de Goya que han servido como modelos de aprendizaje es bastante notable. La atmósfera general de la mayoría de los dibujos hechos por la inteligencia artificial es

suficientemente goyesca. La inteligencia artificial no parece tener grandes problemas en captar el estilo, sin estar copiando exactamente ninguno de los modelos o algunos de sus detalles. Esta es una diferencia muy marcada con el aprendizaje humano porque al alumnado humano le resulta difícil y complejo captar y saber usar un estilo diferente del suyo personal.

En síntesis, al menos por ahora, la inteligencia artificial no dibuja con la excelente calidad de Goya, pero sí capta el estilo mejor que lo hace el alumnado humano de estudios superiores y universitarios especializados en artes visuales, y, por su puesto, crea dibujos y grabados a una velocidad endiablada.

7. Conclusiones y nuevos retos

De acuerdo con Epstein *et al.* (2023, p. 1) “(...) la IA generativa no es el precursor de la desaparición del arte, sino un nuevo medio con sus propias posibilidades”. Esta afirmación no es muy diferente a las que se produjeron en dibujo y pintura cuando apareció la fotografía o cuando apareció el cine en relación con el teatro.



Figura 10. Autores (2023) Cuatro dibujos de cabezas humanas, a partir de Goya, número III.

Arriba izquierda Cabeza femenina sobre fondo oscuro 900, arriba derecha Cabeza humana con pelo corto y trazos negros curvos 4160, abajo izquierda Cabeza femenina de tres cuartos con los ojos cerrados 980, y abajo derecha Figura femenina con vestido negro y peinado hacia arriba 2980. Serie de muestras compuesta por cuatro imágenes digitales, Autores + IA (2023, 17 de octubre)

Ninguno de los dibujos que presentamos aquí es de excepcional calidad, pero ninguno es malo. Esta parece ser una tendencia general, al menos por ahora, de los resultados de la inteligencia artificial, tanto en cuanto a textos como a imágenes visuales. Este techo de calidad, muy probablemente, será cada vez más alto.

Con la inteligencia artificial los mejores resultados no aparecen en los últimos pasos de cada sesión. Los dibujos de mejor calidad parecen surgir aleatoriamente en cualquier momento de cada sesión de aprendizaje. Ahora bien, en sesiones sucesivas los resultados se van transformando y mejorando a medida que los aprendizajes o entrenamientos se reiteran.

Desde nuestro punto de vista, lo decisivo es convertirnos y convertir a nuestro alumnado en usuarios activos de la inteligencia artificial, incorporándola de forma colaborativa a nuestras indagaciones sobre el

aprendizaje del dibujo y la creación de imágenes visuales. Aprovechar sus posibilidades significa aprender a encauzarlas hacia nuestros objetivos educativos particulares, muy especialmente con entrenamientos específicos sobre los conjuntos de imágenes sobre los que estemos interesados en trabajar.

¿Qué podría suceder si usamos los algoritmos correspondientes a las imágenes de mayor calidad que ha generado una sesión de aprendizaje o entrenamiento para que la inteligencia artificial dibuje escenas que Goya nunca dibujó, por ejemplo, una clase de dibujo en una escuela primaria (tal y como dibujó Goya juegos infantiles) o en la propia Academia de Bellas Artes de San Fernando, de la que él era miembro? Este será uno de nuestros siguientes retos.

Referencias

- Ai-Da. (2023, 12 de octubre). En *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Ai-Da#History>
- Birkhoff, G. D. (1933). *Aesthetic Measure* [Medición estética]. Harvard. University Press.
- Bruner, J. S. (1988). *Desarrollo educativo y educación*. Morata.
- Camp, J. (1993). *Dibujar con los grandes maestros*. Tursen Hermann Blume.
- DeepAI Team. (2023, 5 de marzo). *Artificial intelligence art* [Arte de la inteligencia artificial]. <https://deepai.tn/glossary/artificial-intelligence-art/>
- El próximo Rembrandt. (2022, enero 7). En *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/El_pr%C3%B3ximo_Rembrandt
- Epstein, Z.; Hertzmann, A.; Herman, L.; Mahari, R.; Frank, M. R.; Groh, M.; Schroeder, H.; Smith, A.; Akten, M.; Fjeld, J.; Farid, H.; Leach, N.; Pentland, A. y Russakovsky, O. (2023, 7 de junio). Art and the science of generative AI: A deeper dive [Arte y ciencia de la IA generativa: una inmersión más profunda]. *arXiv:2306.04141v1* [cs.AI]
- Geek, P. (2023, 27 de julio). *Creating Photorealistic Images With AI: Using Stable Diffusion* [Creando imágenes fotorrealistas con la IA: usando Stable Diffusion]. Kindle
- Gómez Pérez, A. (2023). *Inteligencia artificial y lengua española. Discurso leído el día 21 de mayo de 2023 en su recepción pública*. Real Academia Española. <https://www.rae.es/sites/default/files/2023-05/Discurso%20de%20ingreso%20de%20Asuncion%20Gomez-Perez.pdf>
- Goya, F. de (1777). *Majo llevando el compás con las manos*. Lápiz negro, toques de clarión sobre papel verjurado, azulado, papel de estraza, 293 x 229 mm. Museo del Prado, Madrid. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/majo-llevando-el-compas-con-las-manos/a12b4c83-56dd-4b1a-a801-42b7b23c09a9>
- (1794-1795 a). *Joven bailando al son de una guitarra*. Aguada, tinta china, papel verjurado, 171 x 99 mm. Museo del Prado, Madrid. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/joven-bailando-al-son-de-una-guitarra/6f78681e-07ea-4f7f-8d65-adf80988fb88?searchid=ae86af70-ef01-2b02-514c-36a15313f4b9>
- (1794-1795 b). *Joven barriendo*. Aguada, tinta china sobre papel verjurado, 172 x 101 mm. Museo del Prado, Madrid. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/joven-barriendo/11341764-9cf4-42da-9ef5-e75956945f8d>
- (1794-1795 c). *Joven de pie, mesándose los cabellos*. Aguada de tinta china, Pincel sobre papel verjurado, 172 x 101 mm. Museo del Prado, Madrid. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/joven-de-pie-mesandose-los-cabellos/b23bb4c4-15c0-494c-957f-9f6471b25f79>
- (c. 1797). *A caza de dientes*. Lápiz rojo y un poco de lápiz negro, sobre papel verjurado, 236 x 166 mm. Museo del Prado, Madrid. <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/a-caza-de-dientes/36a8f7b9-cb82-4a4b-9c8a-d8d08244fbab>
- (1799). *Caprichos*. Serie de 80 estampas. Aguafuerte, aguainta, punta seca y buril sobre papel, 220 x 150 mm, aproximadamente. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid. <https://www.realacademiabellasartessanfernando.com/goya/goya-en-la-calcografia-nacional/caprichos/>
- Hale, H. B. (1964). *Drawing lessons from the great masters* [Lecciones de dibujo a partir de los grandes maestros]. Watson-Guption Publications.
- IA. (2022, 30 de diciembre). *Writing Prompts for AI Image Generation with Dall-E-2: A short guide written by AI (Instructional Guides by AI)* [Escribir indicaciones para la generación de imágenes por la inteligencia artificial con Dall-E-2: una guía breve escrita por la IA (Guías didáctica por la IA)]. Kindle.
- Iturralde, J. M. (s. f.). *Centro de cálculo de la universidad de Madrid • formas computables*. <http://www.yturralde.org/Paginas/ObraEt03.html>
- Leonard, N. (2020). Entanglement Art Education: Factoring ARTificial Intelligence and Nonhumans into Future Art Curricula [Educación Artística entrelazada: factorizando la inteligencia artificial y los no humanos en los futuros planes de estudios artísticos]. *Art Education*, 73 (4) pp. 22-28.
- Marín Viadel, R. (2023). *Inteligencia Artificial y educación artística, saludo (IA+EA)*. Universidad de Granada.
- Matthews, B., Shannon, B. y Roxburgh, M. (2023). Destroy All Humans: The Dematerialization of The Designer in an Age of Automation and Its Impact on Graphic Design. A Literature Review. *International Journal of Art & Design Education*, 42 (3) 367-383.
- McCorduck, P. (1990). *Aaron's Code: Meta-Art, Artificial Intelligence, and the Work of Harold Cohen* [Código Aaron: Meta-Arte, inteligencia artificial y la obra de Harold Cohen]. W. H. Freeman & Co.
- Museo Reina Sofía. (s. f.). *Arte y computación. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*. <https://www.museoreinasofia.es/coleccion/sala/sala-430>

- National Art Education Association. (2020). *National Visual Arts Standards*. <https://www.arteducators.org/learn-tools/national-visual-arts-standards>
- National Gallery, The. (s. f.). *La serie de Rouen de Monet*. <https://artsandculture.google.com/story/2gXhjhmKqfavLg?hl=es>
- Rosenberg, J. (1969). *On quality in art* [Sobre la calidad en arte]. Phaidon.
- SDXL 1.0 Artistic Studies. (s. f.). *SDXL 1.0 Artistic Studies*. <https://rikkar69.github.io/SDXL-artist-study/>
- VV. AA. (2019). *Goya. Dibujos. Solo la voluntad me sobra*. Museo Nacional del Prado.
- Wilson, B.; Hurwitz, A. y Wilson, M. (2004). *La enseñanza del dibujo a partir del arte*. Paidós.
- www.nextrembrandt.com. (2016, 5 de abril). *The next Rembrandt* [El próximo Rembrandt] [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=luygOYZ1Ngo>