

# ARTE TRIDIMENSIONAL Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Fco. Javier Lozano Vilardell

Facultat de Belles Arts, Universidad de Barcelona

## Resumen

Descripción del entorno general que propicia la relación entre la sociedad de la información, el arte y las nuevas tecnologías. Haciendo especial referencia al campo de la escultura tridimensional relacionada con las técnicas de Rapid Prototyping. Relaciones y vinculaciones de diferentes disciplinas científicas con el mundo del arte, generadoras de multidisciplinariedad y de nuevos medios expresivos. Se presentan los diferentes aspectos de la influencia de la sociedad digital sobre la naturaleza del arte. También se describen las diferentes herramientas que la tecnología facilita al artista en sus procesos creativos, así como una introducción a los términos código abierto y procomún colaborativo y cómo estos han provocado la aparición de nuevas relaciones y comunidades virtuales. Por último se presentan ejemplos prácticos de artistas que usan la impresión tridimensional.

**Palabras clave:** arte, escultura, nuevas tecnologías, sociedad de la información, internet, maker, rapid prototyping, impresión 3D, RepRap

# THREE-DIMENSIONAL ART AND NEW TECHNOLOGIES

Francisco Javier Lozano Vilardell

Faculty of Fine Arts, University of Barcelona

## Abstract

Description of the scene that fosters the relationship between the information society, art, and the new technologies. With particular reference to the field of three-dimensional sculpture related to Rapid Prototyping techniques. Relationships and links between scientific disciplines and the art world, generators of multidisciplinary and new expressive media. Different aspects of the influence of the digital society on the nature of art are presented. Also, a description of the different tools that technology provides for artists in their creative processes, as well as an introduction to the terms open source and collaborative commons, and how these have led to the emergence of new relationships and virtual communities. Finally, practical examples of artists using three-dimensional printing are presented.

**Keywords:** art, sculpture, new technologies, information society, internet, maker, rapid prototyping, 3D printing, RepRap

### Arte, ciencia y tecnología

La consideración más general que relaciona el arte y la ciencia es que tienen un desarrollo paralelo, las tendencias hacia la abstracción en ciencia son comparables a las mismas tendencias en el campo del arte. Aunque sus metodologías pueden ser divergentes, ya que la ciencia tiende a ir de las observaciones particulares hacia una conclusión general y el arte tiende a ir de unas observaciones generales a una conclusión particular.

Arte y ciencia solo podrán ser comparados en cuanto que ambos son métodos, cosa que no quiere decir que usen las mismas metodologías. El arte podría influenciar a la ciencia en sus métodos pero no en sus producciones o referencias. Afirmo Weibel (1998) en un sentido más amplio en cuanto a esta relación: «El arte y la ciencia convergen y se encuentran en el método de la construcción social» (p. 174). En su relación interdisciplinar, generan miradas diferentes, se produce una transferencia de conocimientos que genera nuevos modos de arte y nuevas disciplinas. No solo se producen vinculaciones tecnológicas, sino que también se incorporan otras disciplinas cercanas, generando cierta multidisciplinariedad.

En la actualidad existen relaciones entre el arte y otras disciplinas científicas, como la biología, la inteligencia artificial y otras. Se hace patente que estas colaboraciones interdisciplinares, junto con las nuevas tecnologías están cambiando la naturaleza de la creación e investigación artística. Ello también está produciendo un tipo de artista diferente, el artista multidisciplinar. Podemos encontrar biólogos que están haciendo proyectos artísticos y podemos encontrar artistas que parten de información científica para sus creaciones, como es el caso de las pinturas que presenta Shane Hope.<sup>1</sup> Aunque la interdisciplinariedad entre arte y ciencia, la combinación de estas y sus diferentes ámbitos produce interconexiones y amplía de este modo las posibilidades que cada una ofrece. La interdisciplinariedad se produce cuando diversas disciplinas expanden sus límites de modo que sus ondas expansivas se cruzan en un espacio de convergencia y diálogo. Las relaciones entre arte y ciencia se han venido sucediendo durante toda la historia y éstas han introducido cambios en los modelos de conocimiento. A principios del siglo xx ya encontramos movimientos artísticos que nos hablan de esta relación entre el arte y las tecnologías, como pudo ser la relación entre los futuristas con las tecnologías de locomoción o como fue Vladimir Tatlin, el cual tenía lemas como «el arte a la técnica» exigiendo que se devolviera al arte la posibilidad de participar activamente en la política, economía, técnica, ciencia e industria.<sup>2</sup>

El arte se ha ido generando con los nuevos medios que han ido apareciendo, tales como la fotografía. Desde que hizo su aparición en el mundo del arte

se abrió un nuevo abanico de posibilidades para las tecnologías que usaban la imagen y el sonido como herramientas del arte, a condición de que pudiera concebirse un lenguaje creativo específico que las utilizase. Y es así como a partir de los años 60 comienzan a abandonarse las pretensiones academicistas y ortodoxas de mantener el arte dentro de las técnicas tradicionales.

Ya por la década de los 80 se hace patente la gran rapidez con la que se producen las transformaciones estilísticas y técnicas en el campo del arte. Se produce un efecto de consumo en los distintos lenguajes artísticos y técnicos, por lo que el concepto de verdad estética quedó de por sí cuestionado. No entraremos en disquisiciones estéticas, pero es evidente la estrecha relación que existe entre los procesos técnicos creativos y el concepto o idea.

Está claro que cada época se ha caracterizado por unos medios técnicos muy concretos y que con frecuencia técnica y materiales han sido los que han suscitado la obra de arte. Con relación a la contemporaneidad y sus medios, Gillo Dorfles (1986) dice: «Ese peculiar zumbido estridente y dulzarrón de insidiosas y mágicas vibraciones que ha captado la música electrónica, y que sonaba ambiguo la primera vez en nuestros oídos, ciertamente no podría lograrse con otros instrumentos que no fueran los osciladores y generadores de que se valieron los creadores de este género de música» (p. 50).

Es evidente que la relación entre arte y ciencia ha producido un ensanchamiento y profundidad que llega a nuestro universo formal y que trastoca nuestras dimensiones espacio-temporales, justificando que se puede hablar de obra de arte o de creación artística solo cuando la voluntad concreta del artista pretende hacerla tal.

Según C. Giannetti (2002): «La teoría, práctica y estética se separan definitivamente gracias a la controversia, recrudescida en los últimos decenios, en torno a las proclamadas crisis del arte y de la filosofía estética, a partir de este pensamiento muy extendido entre autores posmodernos. La expansión de las nuevas tecnologías puso de manifiesto una escisión entre la experiencia estética, la crítica del arte y la estética» (p. 8). Giannetti considera que esto es síntoma de una transición hacia nuevas formas de arte, hacia nuevas formas de pensamiento, siendo una de estas nuevas vías la trazada por la práctica y teoría del *media art* (arte electrónico) y el arte interactivo y participativo (instalaciones interactivas, realidad virtual, sistemas de vida e inteligencia artificiales, Net Art, Web Art, etc.), los cuales reaccionan en contra del objeto de arte para cargar las tintas en la reflexión en torno al proceso, al sistema, al contexto y a la redefinición de los papeles del autor y observador. Lo que es innegable es que hoy en día el arte se expande y se vincula con la ciencia y la tecnología.

## El internet del arte

Nuestra sociedad, como muchas otras, han seguido los pasos del modelo social americano, paradigma de la sociedad digital, la cual nos ofrece ciertas ventajas e inconvenientes. En la actualidad nuestras vidas cotidianas y nuestras comunidades están siendo modificadas por la sociedad digital, por Internet.

Desde que hiciera su aparición en 1969 y se estableciera la primera conexión entre ordenadores, conocida como «ARPANET», siendo esta un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas con alcance mundial y siendo el servicio más importante la World Wide Web (www.) que permite la consulta remota de archivos utilizando Internet como medio de transmisión, el impacto social tanto en el aspecto laboral, cultural o del ocio ha sido trascendental. Desde entonces la información en línea es rápida e infinita. La influencia en el mundo del arte es evidente, ya que no solo permite obtener información sino que permite el intercambio de archivos digitales que contienen obras de arte. Por primera vez es posible enviar una escultura virtual al otro lado del mundo a una velocidad increíble y desde allí imprimir o materializar la misma con rapidez y exactitud.

Internet crea la posibilidad de tener un amplio rango de acceso a la población mundial, evidentemente allí donde la red llegue, y ello tiene unas implicaciones que producen cambios y abren nuevas expectativas, cuestionando el papel de los clásicos medios de difusión y promoción de las obras y sus artistas.

Es en este contexto que encontramos una red cargada de información y contenidos circulando a velocidades de vértigo, los cuales van a permitir a los escultores dotarse de las herramientas necesarias para crear sus obras, ya sea software que les permita crear formas o hardware que les permita materializar sus archivos digitales creados.

La informática y su voraz evolución han generado lo que llamamos autopistas de la información, las cuales han impactado en todos los ámbitos sociales y culturales, incluido por supuesto el del arte. La transferencia de información digital, en contra de la analógica, se vuelve muy precisa gracias a los «bits», al código binario. Esta naturaleza digital nos permite recuperar, comparar, reconfigurar, enviar, intercambiar, personalizar, etc. Aunque la que más ha trascendido es la capacidad de «autoedición», ya que supone una alternativa al medio más tradicional, el libro en papel. Pues, hoy en día también tenemos la capacidad de generar, de autoeditar objetos a nivel personal a través de la información que se trasmite por estas autopistas y que se materializarán con nuevos medios técnicos, como son las impresoras 3D.

De la misma manera que la autoedición nos obligó a redefinir conceptos de autor, editor y documento, las nuevas tecnologías que hoy usamos en la producción artística tridimensional nos llevan también a redefinir los términos de autor, mercado del arte y el concepto de la obra de arte en sí mismo.

Podemos comprobar cómo las tecnologías están tomando un protagonismo total sobre todas las formas de vida cultural. La tecnología informática nos facilita un acceso muy rápido a la información y cuanto mayor sea el ancho de banda más información y más rápida será, por lo que la digestión crítica de tanta información será imposible. Debemos distinguir lo que es información de lo que es conocimiento, y el arte es una de las herramientas útiles para generar conocimiento y pensamiento a partir de información seleccionada de manera individual.

### Arte e impresión 3D

En los años 80 del siglo xx, la tecnología del «Rapid Prototyping»<sup>3</sup> transformó de manera radical la industria aeronáutica y automovilística, permitiendo a los ingenieros crear modelos tridimensionales usando un ordenador y convirtiendo estos diseños en modelos físicos usando máquinas de prototipado rápido. Y es el desarrollo de estas tecnologías que ha transformado el trabajo de otros campos profesionales, en este caso los relacionados con la creación artística tridimensional. El software de modelado tridimensional y la tecnología del «Rapid Prototyping» se han convertido de hecho en una poderosa herramienta para muchos escultores.

Las nuevas tecnologías ponen al alcance del artista visual diferentes tipos de herramientas, unas capaces de generar archivos digitales que van a contener la información o la forma que se va a usar o a transformar y otras que van a permitirnos materializarla a través de sistemas de adición, como es la impresión tridimensional.

Este nuevo sistema de materialización de lo digital, la impresión capa a capa, inventada en 1983 por el ingeniero Chuck Hull,<sup>4</sup> creador de la impresión estereolitográfica y el formato de archivo STL (*stereolithography*) dentro de un contexto industrial, ha venido a desembocar en las impresoras de uso doméstico, permitiendo de esta manera poner al alcance de la mayoría de usuarios esta tecnología, la cual se ha concretado en el proyecto RepRap,<sup>5</sup> creado y desarrollado por el ingeniero Dr. Adrian Bowyer, que utiliza la técnica de fusión y deposición de material fundido por capas FFF<sup>6</sup> o fabricación mediante filamento fundido. Estas impresoras de bajo coste y de *hardware* y *software* de código abierto<sup>7</sup> («*Open source*») fueron creadas para autorrepli-

carse y evolucionar dentro de las comunidades de usuarios. Trabajan imprimiendo capa a capa materiales plásticos termofusibles, como el PLA,<sup>8</sup> que es el de uso más común. La evolución de las mismas ha sido muy rápida y en la actualidad llegan a imprimir con buena calidad dando una resolución de entre 0,05-0,30 mm por capa e incluso llegan a usar doble cabezal para imprimir estructuras de soporte con otros materiales solubles en agua, como puede ser el PVA<sup>9</sup>.

La disposición a nivel de usuario de estos sistemas que nos permiten participar en la fabricación de objetos nos posibilita un nuevo futuro. Se está generando un nuevo perfil de individuo creativo capaz de diseñar y materializar objetos útiles. A este se le ha llamado «*Maker*» y se asocia con el código abierto. En el ámbito de la producción industrial el modelo «*Maker*» ha supuesto una segunda revolución industrial y cultural, un cambio radical. La «cultura *maker*»<sup>10</sup> está basada en la tecnología y en la cultura del DIY («*Do It Yourself*»<sup>11</sup>). Pero, ¿cómo está afectando este modelo al mundo del arte? Evidentemente el arte no se aparta de los modelos y modos de producción para centrarse en sí mismo, es decir en la obra artística, ya sea como objeto estético o como generadora de pensamiento o crítica social, siempre ha nacido dentro del propio sistema y es así que el arte de todas las épocas ha avanzado junto con los movimientos sociales participando en ellos.

Internet y las grandes redes sociales han abierto las puertas a una gran comunidad de creadores y creativos. La aparición de FabLabs, unidades de producción a escala local, de laboratorios de fabricación en red global, están precipitando las nuevas formas de crear y relacionarnos. Piensa, diseña o crea y fabrica. Estos cuatro verbos definen el alma del «*maker*» y de estos hay que buscar en qué manera se relacionan los artistas con este medio. Este siempre ha pensado y creado, ha creado pensando o ha pensado creando, no tenemos la necesidad real de la fabricación, ¿o sí?, tal vez pueda interesarnos más el incidir en el propio sistema o en las redes y comunidades que envuelven el uso de las nuevas tecnologías; es todo un reto y hay muchas posibilidades.

## Las nuevas herramientas

Ante todo quisiera dejar claro que aunque las tecnologías 3D se centran en la producción de objetos reales y virtuales, son las ideas y los conceptos los que convierten su uso en obras de arte.

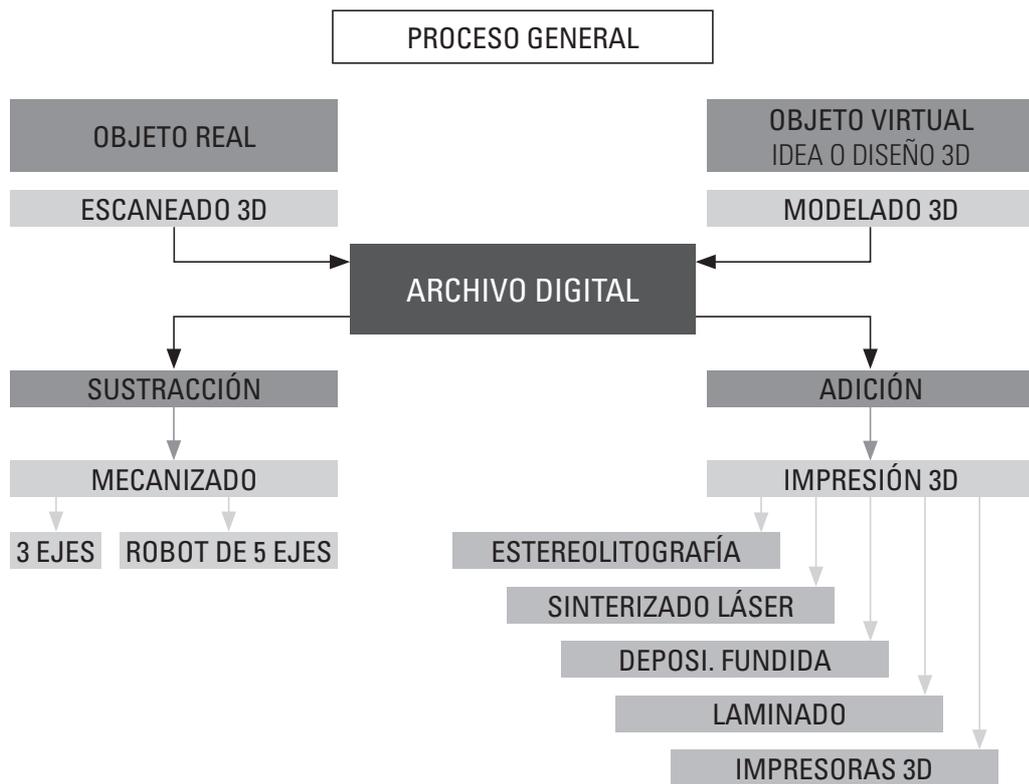
El tema de la interacción entre arte, ciencia y tecnología es actualmente tan amplio que nos centraremos en uno de sus aspectos, en las técnicas de Prototipado Rápido, como parte del proceso creativo, y en concreto en las

herramientas de generación de archivos digitales y las que nos van a permitir materializarlos. Lo realmente increíble de esta tecnología es que va a permitir a cualquiera que la use producir de manera real cualquier objeto o forma pensada y diseñada a través del ordenador con un software de modelado 3D o con algún instrumento lumínico de medida como puede ser un escáner tridimensional, de una manera u otra obtendremos un archivo digital, para después proceder a su materialización con cualquiera de los diferentes sistemas de impresión 3D. Esta facilidad de materialización formal a través de la superposición de capas hace que en cierta manera los problemas técnicos o las habilidades personales en cuanto a la destreza, pasen a un segundo plano, quedando limitados tan solo por la técnica y el tipo de material que escojamos para realizar la materialización de nuestra idea, es-cultura, forma o diseño.

Las herramientas que nos facilitan las nuevas tecnologías y que puede usar un artista las podemos dividir en dos campos fundamentales, uno basado en el nuevo lenguaje que debe aprender (parte lógica o software) y el otro en las herramientas que debe aprender a utilizar (parte física o hardware). El artista que pretenda usar estas tecnologías, deberá pasar por un proceso de aprendizaje y de inmersión en los diferentes tipos de software, ya sean de modelado 3D para generar archivos .stl, por ejemplo «*Blender*», como de chequeo de los mismos, por ejemplo «*Netfabb*» o de transformación de estos en código «*gcode*» o máquina para poder imprimirlos, por ejemplo Cura; todos ellos gratuitos y «*open source*».

El esquema que aquí se presenta pretende clarificar y destacar la importancia del «archivo digital» en el proceso, las dos maneras de obtenerlos y qué podemos hacer después con ellos a la hora de abandonar su virtualidad y convertirlo en un objeto sólido. Podemos obtener este archivo desde la realidad a través de un sistema de registro como puede ser un escáner tridimensional o mediante el modelado con un software diseñado para tal uso. Una vez tenemos el archivo digital podemos imprimirlo o mecanizarlo con un sistema de CNC.<sup>12</sup>

Entre el hardware encontraremos ordenadores, escáneres: de luz blanca o láser, impresoras y CNC. Entre las herramientas de prototipado rápido encontraremos diferentes técnicas: estereolitografía o SLA, Selective Laser Sintering o SLS, Fused Deposition Modeling, de fusión y deposición o FDM, entre las que se encuentran las RepRap. Y otras como: Laminated Object Manufacturing o de laminado por corte o LOM, también las que proyectan aglutinante sobre material en polvo o DSPS. Entre las herramientas que trabajan quitando material encontraríamos



todas las relativas a los centros de mecanizado CNC con toda su variedad de ejes.

En cuanto al software o parte lógica, encontraremos: sistemas operativos, sistemas CAD-CAM, software de diseño 3D y otros específicos para conversión y uso de los archivos digitales, y de uso de maquinaria.

### El procomún colaborativo artístico y la impresión 3D

Una de las principales características que están cambiando la relación de los usuarios con Internet es el uso de software y hardware de «código abierto». Esta gratuidad y facilidad de acceso rompe las clásicas barreras de la propiedad intelectual, lanzando productos al «procomún colaborativo»<sup>13</sup> que permite el uso abierto, la incorporación y aportación de mejoras a los programas o a las máquinas por parte de los usuarios. Esto está provocando la espontánea aparición de colectivos o comunidades virtuales que trabajan de manera conjunta en diferentes proyectos, rompiendo las barreras geográficas, ya que los archivos pueden abrirse, manejarse y transformarse a la vez desde cualquier parte de nuestro planeta que tenga acceso a la red. Incluso las grandes compañías, no queriéndose quedar fuera de esta nueva manera de

desarrollar proyectos, están lanzando sus propios productos en código abierto, tanto en software como en hardware.

En el campo de la creación artística de momento no es muy común este tipo de colaboración, ya que cuestiona la individualidad y autoría del acto creativo y por consiguiente el concepto de autor, pero pretendemos que lo sea.

Actualmente existen bases de datos tipo web que contienen diseños de objetos de baja calidad y que están al alcance de cualquier usuario, tales como Thingiverse,<sup>14</sup> pero todavía no existe ningún sitio web que se dedique a archivos y proyectos de gran calidad artística y menos proyectos de esta clase abiertos al colectivo de Internet y que permitan la interacción entre creadores a distancias remotas.

Rifkin (2014) afirma que: «La naturaleza distribuida, colaborativa y de escala lateral del Internet de las cosas alterará de una manera radical la manera de manufacturar, comercializar y enviar productos en la era que se aproxima» (p. 117), de la misma manera pienso que va a afectar al mundo de la creación artística. La comercialización y distribución del arte, va a ser cuestionada y cambiada por este nuevo modelo que nos aproxima a la tercera revolución industrial.

Las impresoras 3D van a permitir que los usuarios y consumidores de arte puedan producir sus propias obras, pasando de ser consumidores a ser creadores, introduciéndose el concepto de «diseño o creación abierta». Este nuevo modelo de creativos en código abierto hace crecer de manera exponencial el interés por el arte. Este modelo se enfrenta de manera radical a los sitios web que se dedican al marketing global de objetos artísticos. Será interesante el poder crear un sitio web que permita desarrollar esta nueva manera de interactuar colectivamente en proyectos o investigaciones artísticas, evidentemente bajo licencias GPL (General Public Licenses)<sup>15</sup> y Creative Commons.<sup>16</sup>

## Ejemplos prácticos de escultura impresa

La impresión 3D ha llegado a convertirse en nuestros días, gracias al abaratamiento de las impresoras, en una herramienta más en los talleres de los escultores, abriendo nuevas posibilidades técnicas y conceptuales.

Una de las primeras artistas en presentar obras en este formato fue Eva Wohlgemuth, que en 2003 trabajó en el proyecto *Bodyscan*. Este consiste en el escaneado 3D de su propio cuerpo en una nube total de 285.000 puntos, convirtiendo su cuerpo en un archivo digital que hace correr por la red. De esta manera dice existir como un objeto digital de datos, por lo tanto también

en Internet. Investigó sobre este proceso y sus implicaciones al mapear el cuerpo y dar la posibilidad a los usuarios de manipular tanto la parte topográfica exterior como la interior. Por un lado presenta la imagen real de ella misma y por otro la imagen virtual de «Eva», que es un simulacro y a través de la relación de ambas intenta resaltar la separación de los mundos exterior e interior, surgiendo así un discurso sobre su propia identidad real.

Algunos artistas han centrado sus reflexiones en el aspecto efímero de los sucesos contemporáneos, tales como el movimiento. Dentro de este ámbito encontramos al artista digital Eyal Gever, quien crea modelos 3D para experimentar con el concepto de colisión o explosión. En su proceso o desarrollo de las piezas, selecciona un «*frame*» de la simulación que ha diseñado para obtener un archivo digital que después materializará mediante impresión 3D.

Otros reflexionan sobre la mirada y el tiempo a través de lentes o a través del escáner tridimensional. Un ejemplo de ello es la artista Sophie Kahn, la cual trabaja con el concepto de deconstrucción aplicado a la figura humana, derivándose de ello problemáticas sobre la propia identidad, el tiempo, la historia y la visión.

También encontramos quien trabaja con la ampliación de la mirada que nos permiten las nuevas tecnologías, como puede ser la utilización de satélites. Así el artista Martin John Callanan, en su pieza *A Planetary Order*, crea objetos inexistentes a partir de la observación de las nubes sobre el globo terráqueo en un momento determinado a través de los satélites de la NASA y la Agencia Espacial Europea, obteniendo así un archivo digital con el que hará una impresión 3D. Callanan pretende incidir en la fragilidad de los sistemas de nuestro medioambiente.

David Bowen, artista que pudimos conocer en la exposición «Big Bang Data» en el Centre de Cultura Contemporànea de Barcelona, presentó la original instalación *Tele-Present Water*, en la que podíamos ver una estructura en rejilla que nos presentaba el movimiento del mar en un punto determinado. Esta instalación obtenía la información de la intensidad y el movimiento del mar desde una boya en el mar del Pacífico. La información era escalada y enviada a esta red mecánica, que simula los efectos físicos causados por el movimiento del agua. Bowen es un artista interesado en la relación entre lo natural y lo artificial, tal como lo demuestra la pieza *Growth Modeling Device*, en la que usa un escáner láser para captar el crecimiento de una cebolla desde diferentes ángulos. Con cada archivo digital obtenido de cada escaneado, hace una impresión 3D, creando así un modelo de cada estado del crecimiento de la cebolla. El mecanismo repite la operación cada 24 horas,

después de que el modelo es producido el sistema avanza 43 cm y así el ciclo puede repetirse. El resultado es una serie de modelos de plástico ilustrando el crecimiento de la planta desde tres ángulos diferentes.

Las matemáticas también han sido un campo de experimentación formal, como podemos comprobar en las obras realizadas por Bathsheva Grossman. Explora las relaciones entre el arte y las matemáticas. Su propósito es trabajar con elementos formales propios de la escultura, como son la simetría y el equilibrio, buscando la belleza en la geometría de algunos modelos matemáticos. Es un escultor muy en la red, que utiliza para llegar a sus admiradores y poder facilitar unos precios más bajos que en una galería de arte. En su proceso creativo emplea herramientas de diseño 3D como el software Rhinoceros, para después imprimir sus archivos digitales directamente en metal o en cera siguiendo el método tradicional de fundición, aunque también lo hace con cristal con tecnología de la compañía Ex One.

Algunos artistas consagrados también están utilizando estas tecnologías, como el escultor Anish Kapoor.

Fusionando arte y neurociencia, el escultor rumano y residente en Nueva York, Ion Popian crea una serie de esculturas paisaje que denomina *Mental Fabrications*. Podríamos decir que Popian hace impresiones 3D de los pensamientos. A partir del registro cerebral mediante un NeuroSky Electroencefalograma (EEG) colocado en la cabeza y frente a una pantalla de TV y recibiendo estímulos abstractos, Popian registra la actividad cerebral, mapeándola como un modelo 3D, que luego imprime tridimensionalmente.

En los trabajos recientes de Frank Stella encontramos la integración de las nuevas tecnologías por una auténtica necesidad creativa y no por apuntarse al tren de las nuevas tecnologías. Para Stella es una herramienta más que le permite soluciones plásticas que otros medios no pueden facilitarle. Este artista norteamericano de carácter abstracto incluye estas tecnologías en una serie de piezas que ya empezó en el 2006 y que titula *Scarlatti Sonata Kirkpatrick*. En ellas experimenta con las posibilidades que le brindan las nuevas tecnologías. En sus trabajos combina la impresión 3D de volúmenes en resina con tubos de acero doblados, lo que da a sus piezas un áspero aspecto industrial. El objetivo en estas piezas es hacer una composición de formas y estructuras con color. Estas están relacionadas con la historia del arte y otros géneros artísticos como la literatura o la música. El mismo afirma de esta serie: «Si eres capaz de seguir rápidamente un perfil, conseguirás el sentido del ritmo y el movimiento que se obtiene en la música».<sup>17</sup> Para esta serie Scarlatti, Stella creó maquetas que después escaneó para manipular y perfeccionar en su ordenador, para después enviarlas a la impresora 3D o

a una máquina de control numérico CNC. Define sus obras como pinturas esculturales.

Otros artistas como Hugo Arcier combinan imágenes digitales bidimensionales con las impresiones 3D. En una de sus piezas *Boolean nature. Sea. 2008*, Arcier quiere cuestionar la naturaleza de nuestras percepciones, mediante imágenes virtuales que pisotean y erosionan lo supuestamente natural, creando una empobrecida versión de la naturaleza que no obstante es atractiva. En la lógica de la programación, una operación booleana es un tipo de variable entre dos estados. Estas crean relaciones entre dos objetos virtuales, restándolos, sumándolos o interseccionándolos. Es así como Arcier une de manera metafórica los dos archivos digitales, uno 2D con una imagen y otro 3D con un objeto impreso, con la intención de reflejar en esta representación la desmaterialización de la naturaleza.

La escultura y la arquitectura han fusionado sus límites, resultando ejemplos de arquitectos que aunque diseñan elementos arquitectónicos, se mantienen dentro del campo de la especulación formal, tal y como hacemos los escultores. Un ejemplo de ello es el arquitecto suizo Michael Hansmeyer que, junto con Benjamin Dillinburger, crean estructuras que ocupan el espacio de una manera no funcional, tal y como hace la escultura. Ambos trabajan en el proyecto *Digital Grottesque* creando una pieza arquitectónica que desafía las clasificaciones, explorando niveles nunca vistos de resolución y complejidad topológica mediante el desarrollo de estrategias compositivas basadas en puros procesos geométricos. Utilizan algoritmos para crear una forma que parezca a la vez sintética y orgánica. *Digital Grottesque* ha sido impresa con tecnología aditiva, que hasta ahora solo había sido usada para pequeños modelos a escala. El proyecto se presenta a escala humana, incluyendo su estructura una sorprendente resolución en su detalle. Su geometría consiste en cientos de millones de facetas individuales impresas a una resolución de 0,1 mm, construyendo una estructura de 3,2 m de alto y 16 m<sup>2</sup> de base. Cada forma es generada a través de la personalización de algoritmos, sin intervención manual, extendiendo el umbral de la percepción humana. La fabricación de *Digital Grottesque* se ha hecho mediante una impresora 3D que trabaja con arena. Este sistema y material permiten construir formas de gran escala. Los elementos impresos son completamente autoportantes y pueden ser ensamblados en una sólida construcción. El uso de este material, la arena, requiere de un posprocesado mediante un baño de resina, para así darle mayor cohesión y resistencia a la arena.

Otro campo interesante es la relación de los sistemas vivos con las nuevas tecnologías, es decir, la relación del arte con la vida artificial. Es en este

campo que encontramos a dos de los nombres más destacados del panorama internacional del arte digital, Christa Sommerer y Laurent Mignonneau. Aunque no producen objetos tridimensionales, desarrollan un trabajo muy interesante, generando a través de la interacción imágenes vivas o criaturas artificiales.

Algunos artistas que desarrollan sus trabajos solo en el medio bidimensional también han usado las impresiones 3D, para poder incorporar en la superficie del cuadro a modo de *ready-mades* o con la intención de dibujar y texturizar la superficie del cuadro, unas estructuras cromáticas. Ejemplo de ello es Shane Hope.

Podríamos encontrar otras manifestaciones escultóricas actuales desarrolladas a partir de conceptos y procesos digitales, tales como: expresiones físicas de fórmulas matemáticas, de imágenes derivadas de ultrasonidos, de manipulaciones topográficas o distorsiones planares, de sistemas fractales (Keizo Ushio) o de modelos matemáticos ideales (George W. Hart). Cuanto más campos científicos se abren a la escultura más posibilidades creativas podemos encontrar.

## Conclusiones

La relación entre arte y ciencia se ha estrechado gracias a la sociedad de la información y al desarrollo e implantación en las prácticas artísticas de las nuevas tecnologías que nos ha facilitado la ciencia. El peligro que puede conllevar el control de los contenidos y acceso a la información puede generar exclusiones, sin embargo la mejor prevención ante estos posibles peligros es la educación conjunta en las tecnologías y en las humanidades, y qué mejor que el arte para conjugarlas.

Las aplicaciones tecnológicas e informáticas evolucionan constantemente, tanto a nivel de software como de hardware, lo que conlleva la constante aparición de periféricos cada vez más eficaces que implican una formación constante del usuario. Las tecnologías serán cada vez más ajustadas a cada sector, por lo que los artistas podremos disponer cada vez de mejores herramientas, según nuestros propósitos. O tal vez nuevas tecnologías nos abran nuevas posibilidades.

De la misma manera las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) junto con las redes sociales están modificando constantemente la manera de crear y la manera de relacionar creadores y receptores.

Sin duda alguna el uso artístico de las nuevas tecnologías y las nuevas y específicas formas de conectar arte y ciencia nos lleva a formular cues-

tiones no solo de carácter práctico y formal, sino también conceptuales y de naturaleza filosófica, a las cuales los acontecimientos venideros darán una respuesta. La estética de lo digital nos remite a varias de esas cuestiones fundamentales. Algunas de ellas contienen posibles respuestas, otras nos conducen a cuestiones que nos abren nuevos espacios para nuevas consideraciones.

La tecnología de impresión 3D nos permitirá crear objetos cuyo material sean datos procesados en un ordenador, que pueden ser transformados según nuestras intenciones.

Los nuevos medios permiten que los artistas reflexionen sobre cómo estos afectan al individuo, la sociedad y el entorno que nos rodea y en el que vivimos. Nos permiten ampliar la comprensión sobre nuestra propia identidad y sobre el medio, permitiéndonos la creación, desarrollo y experimentación de nuevos lenguajes, más implicados en los procesos que en la generación de objetos.

Es el acercamiento entre ciencia y arte lo que ha permitido que los artistas trabajen y desarrollen sus proyectos relacionándose con investigadores-artistas de otros campos.

En este caso el propósito justifica los medios. Ante todo el artista centra sus esfuerzos en aquello que le es propio y las nuevas tecnologías serán una herramienta más que él elige por una posible conveniencia en cuanto a los resultados obtenibles, no siendo ello un requisito imprescindible para que lo creado sea o no contemporáneo.

Podemos comprobar en los ejemplos vistos anteriormente sobre artistas que emplean estas tecnologías cómo algunos de ellos integran estas dentro de sus procesos creativos, por ejemplo Frank Stella, y no por ello sus objetivos plásticos y propósitos artísticos se ven alterados en su contenido, aunque es evidente que sí en los resultados.

## Referencias

Anderson, Ch. (2013). *Makers. La nueva revolución industrial*. Barcelona: Ediciones Urano, S.A.

Dertouzos, M. L. (1997). *Qué será: cómo cambiará nuestras vidas el nuevo mundo de la informática*. in *Art @Science*. Barcelona: Editorial Planeta.

Dorfles, G. (1986). *El devenir de las artes*. México: Fondo de Cultura Económica.

Gianetti, C. (2002). *Estética Digital. Sintopía del arte, la ciencia y la tecnología*. Barcelona: ACC L'Angelot.

Izarralde Gómez, C. (Nov. 2011). «Concepciones, comunicación y estética digital». Revista *Nexus Comunicación*, Norteamérica, n.º 0. Recuperado de <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/nexus/article/view/629>

Rifkin, J. (2014). *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Barcelona: Paidós Estado y Sociedad.

Kapoor, A.; Lowe, A.; Schaffer, S. (2009). *Unconformity and Entropy*. Madrid: Editorial Turner.

Labaco, R. (2013). *Out of Hand: Materializing the Postdigital*. Londres: Black Dog Publishing.

Lipson, H; Kurman, M. (2014). *La revolución de la impresión 3D*. Barcelona: Anaya Multimedia.

Negroponte, N. (1995). *El mundo digital*. Barcelona: B.S.A.

Warnier, C; et alter (2014). *Printing Things - Visions and Essentials for 3D Printing*. Berlín: Gestalten Verlag.

Weibel, P. (1998). *The Unreasonable Effectiveness of the Methodological Convergence of Art and Science*. Viena/Nueva York: Christa Sommerer/Laurent Mignonneau (eds).

## Notas

1 Podemos encontrar imágenes de sus obras en <http://shanehope.info/>

2 Museo Picasso, Ajuntament de Barcelona (1995). *Tatlin*. Museo Picasso. Barcelona (p. 45).

3 El «Rapid Prototyping» o Prototipado Rápido es un proceso de construcción que trabaja acumulando capas hasta obtener una forma diseñada con un software 3D, permitiendo tanto la fabricación de prototipos como de productos definitivos. Los tipos más usados son el STL (Estereolitografía), el SLS (Sinterizado Láser Selectivo), FDM (Deposición de Plástico Fundido), el LOM (Laminado de capas) y la aglomeración por inyección.

4 La compañía 3D Systems, fundada por Chuck Hull, comercializa las primeras máquinas de impresión estereolitográficas en 1988.

5 Podemos encontrar más información en la web oficial del proyecto <http://reprap.org/>

6 Fused Filament Fabrication.

7 Se llama hardware libre, hardware de código abierto, electrónica libre o máquinas libres a aquellos dispositivos de *hardware* cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público.

8 PLA, ácido poliláctico, es un polímero constituido por moléculas de ácido láctico que además es biodegradable. Es un termoplástico que se obtiene a partir de almidón de maíz o de yuca o de caña de azúcar .

9 El acetato de polivinilo o PVA es un polímero obtenido de la polimerización del acetato de vinilo.

10 Anderson, C. (2013). *Makers. La nueva revolución industrial*. Ediciones Urano S.A. Barcelona.

11 El «hágalo usted mismo», HUM, DIY (en inglés «*Do It Yourself*»), es la práctica de la fabricación o reparación de cosas por uno mismo, de modo que se ahorra dinero, se entretiene y se aprende al mismo tiempo. La ética del *Do It Yourself* está generalmente asociada a varios movimientos anticapitalistas, ya que rechaza la idea de tener que comprar siempre a otros las cosas que uno desea o necesita.

12 El control numérico o CNC es un sistema de automatización de máquinas o herramientas que son operadas mediante comandos programados.

13 Concepto utilizado por Jeremy Rifkin en su publicación: *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Barcelona: Paidós. 2014, p. 195.

14 Sitio web creado por Zach Smith y Bre Pettis, propiedad de MakerBot Industries en 2008.

15 General Public License es la licencia más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software.

16 Permite compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, adaptar, remezclar, transformar y crear a partir del material, pero debe reconocer la autoría y no se puede comercializar.

17 Cita extraída del comunicado de prensa hecho por la Galería Watterling 62 de Estocolmo para la exposición: «Frank Stella, Recent Work», 4/6/2013.