



LA IMPRESIÓN 3D

Guía definitiva para makers,
diseñadores, estudiantes, profesionales,
artistas y manitas en general

LA IMPRESIÓN 3D

Guía definitiva para makers,
diseñadores, estudiantes, profesionales,
artistas y manitas en general

MATHILDE BERCHON

Con la colaboración de Bertier Luyt

Prólogo de Jöel de Rosnay

GG[®]

Título original: *L'impression 3D*
Publicado originalmente en 2014 por Groupe Eyrolles

Traducción: Rubén Martín Giráldez
Diseño de la cubierta: Toni Cabré/Editorial Gustavo Gili

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

La Editorial no se pronuncia ni expresa ni implícitamente respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

© de la fotografía en la página 193: Whitney Trudo
© de la traducción: Rubén Martín Giráldez
© Groupe Eyrolles, 2014
para la edición castellana:
© Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2016

ISBN: 978-84-252-2855-1 (PDF digital)
www.ggili.com

Editorial Gustavo Gili, SL

Via Laietana 47, 2º, 08003 Barcelona, España. Tel. (+34) 933228161
Valle de Bravo 21, 53050 Naucalpan, México. Tel. (+52) 5555606011

Prólogo

Surfear la gran ola mundial de la impresión 3D

La industria tradicional transforma la materia empleando para ello energía e información. La fábrica centralizada y las grandes empresas capaces de producir en cadena automóviles, aviones, bienes de consumo, robots de cocina, aparatos electrónicos o incluso ordenadores son sus principales exponentes. La nueva industria en ciernes se inspira en un proceso ya habitual en internet y en las redes digitales: la *transformación de la información*, que condujo a la explosión de la web 2.0 y a la generación de contenidos por los usuarios. Sirviéndose de la información y la energía, esta nueva ola de producción industrial esculpe la materia para fabricar multitud de objetos diversos y personalizados. Como decía muy acertadamente Nicholas Negroponte, antiguo director del MIT Media Lab, la revolución de internet ha contribuido, con la digitalización, a “transformar los átomos en bits”. Hoy tenemos la posibilidad de retransformar los bits en átomos, es decir: en objetos físicos, en nuestra propia casa, en nuestro taller particular o en una pyme, gracias a las impresoras 3D y a las máquinas de prototipado rápido. En Francia, la eclosión de este movimiento empezó a augurarse en 2006: “Los proNETarios no se conformarán con fabricar productos digitales (textos, música, vídeos, juegos, etc.). Desde ahora cuentan con unas herramientas asombrosas que les ofrecen la posibilidad de fabricar objetos *físicos* a partir de impresoras 3D”.¹ “Estamos a punto de presenciar una nueva revolución industrial con la irrupción de lo que podríamos llamar MFP (microfábricas personalizadas).”²

La nueva ola que sacude hoy el mundo ha generado un movimiento en amplificación, típico de la incipiente “sociedad líquida”: se trata del Maker Movement.³ Un movimiento de *makers* (literalmente, ‘hacedores’), de artesanos, mañosos y aficionados que crean, producen, comparten o incluso venden los objetos físicos fruto de creaciones personales o colectivas realizadas con herramientas a su alcance: escáneres, cortadoras y fresadoras láser, impresoras 3D...

El movimiento de los *makers* está adquiriendo ya una amplitud considerable en Facebook y Twitter, por medio del intercambio P2P y gracias al *crowdsourcing* y el *crowdfunding*. Además, con la bajada del precio de las impresoras 3D, va a tener sin duda una gran repercusión mundial. Los nuevos artesanos del 3D digital, las microempresas y las pymes sustituirán progresi-

1. Joël de Rosnay, con la colaboración de Carlo Revelli, *La Révolte du pronétariat. Des mass média aux média des masses*, Fayard, 2006.
2. Joël de Rosnay, “Comment imprimer des objets chez soi. Après les TIC, voici les MUP!”, *lemonde.fr*, 9 de noviembre de 2006.
3. Chris Anderson, *Makers: La nueva revolución industrial*, Empresa Activa, 2013.

vamente la cultura del consumo y del despilfarro con una cultura de la creación, de la innovación y de la producción descentralizada. Este movimiento desembocará también en otras nuevas formas de educación: los “trabajos prácticos” de nuestros colegios, institutos y universidades darán paso a la coeducación en los talleres abiertos a todos (*hackerspaces, makerspaces, fab labs*) que se inaugurarán en todo el mundo en pocos años.

Evidentemente, la llegada de las microfábricas personalizadas no estará desprovista de graves dificultades industriales e incluso jurídicas. Sin duda, seremos testigos de los mismos problemas asociados a los derechos de autor que observamos hoy con relación a la música o los textos impresos, pero en esta ocasión tendrán que ver con objetos con marcas registradas. Por otro lado, estallarán nuevos conflictos entre los grandes productores de objetos estandarizados destinados al consumo masivo y los pronetarios, las microempresas y las asociaciones capaces de fabricar objetos hasta el momento producidos en fábricas centralizadas. Y ¿qué decir de las aplicaciones surgidas de las nanotecnologías, tales como las impresoras moleculares o celulares? Hoy en día, las bioimpresoras 3D fabrican, en efecto, tejidos vivos, y hasta órganos implantables en el ser humano. En manos de particulares y sin control, dichos sistemas podrían pervertirse para fabricar drogas, armas nanotecnológicas, o incluso agentes capaces de modificar el medioambiente.

De ahí la importancia de la información, la evaluación, y de mantener, además de un debate en términos industriales y culturales, también un debate público y político como los que propone este libro, que anuncia una revolución como el mundo industrial no ha conocido otra desde la locomotora de vapor, las máquinas herramienta de mando digital o los robots. Esta obra pronostica el nacimiento de una democracia industrial: el “hágalo usted mismo” al alcance de cualquiera, de grupos, de redes sociales e incluso de industrias clásicas, siempre que aprendan a surfear la gran ola mundial de la impresión 3D.

Joël de Rosnay

*Consejero de la presidenta de Universcience
Director gerente de Biotics International
Autor del libro Surfer la vie, 2012*

Agradecimientos

Me gustaría empezar dando las gracias a Antoine Derouin, mi editor, por su inestimable y atento seguimiento a lo largo de todo el proceso de escritura de este libro, así como al director editorial Éric Sulpice y a todo el equipo de marketing de Eyrolles por su apasionada implicación en cada una de las etapas de esta aventura.

También quisiera dar las gracias a Joël de Rosnay por acceder a prologar la obra y por compartir con nosotros sus impresiones a propósito de la fabricación del mañana.

Del mismo modo, mis agradecimientos a Bertier Luyt por escribir el capítulo sobre el modelado, y por su incomparable energía.

A Clément Moreau y a Marine Coré-Baillais, de Sculpteo, por darme la oportunidad de lanzarme a este proyecto.

Mis agradecimientos también a Oliver Tate y a Benjamin Renaud, de la compañía Work and Progress, por su atenta relectura del capítulo sobre acabados, y también a François Arnout, de 3D Avenir, y a Éric Bredin, de StratasyS.

Para terminar, mi más profundo agradecimiento a los míos: Jacques, Béatrice, Claire y Colin, por su entusiasmo y sus excelentes consejos.

Desde luego, no habría habido una segunda edición de no ser por los lectores. Por lo tanto, me gustaría agradecerlos sinceramente que os hayáis hecho con el libro, lo hayáis leído, que os haya gustado y lo hayáis compartido con quienes os rodean.

Mathilde Berchon

Índice

¿Qué es la impresión 3D?

LA IMPRESIÓN 3D EN POCAS PALABRAS	3
Un proceso de adición de materia	3
Breve apunte histórico	5
¿Qué se puede hacer con la impresión 3D?	8
Formas geométricas complejas e imbricadas	9
Componentes mecánicos de una sola pieza	9
Objetos únicos muy elaborados	9
Piezas de aviones y de coches	10
Órganos humanos	11
Los materiales utilizados	11
Plásticos.....	12
Metales.....	13
Cerámica.....	13
Otros materiales	13
¿Qué cambiará la impresión 3D?	14
Poner el proceso de fabricación al alcance de todos	14
Fabricar objetos sin ensamblaje	15
Reducir los costes de producción.....	15
Elaborar piezas únicas a demanda	15
Imaginar los objetos del mañana	16
LOS DISTINTOS PROCESOS	17
Principios fundamentales	17
Una técnica de fabricación aditiva	17
Un proceso controlado digitalmente	17
Sin archivo 3D no hay impresión 3D.....	17
Impresión 3D por fotopolimerización	18
La estereolitografía	18
El proceso DLP	20

La tecnología PolyJet	22
La 2PP: la impresión 3D a escala nanoscópica	23
La impresión 3D por fusión de lechos de polvo	24
La sinterización láser	24
El proceso E-Beam.....	28
La técnica 3DP.....	29
Las técnicas de inyección de tinta.....	31
La impresión 3D por extrusión de material	31
La técnica FDM.....	31
Ventajas y limitaciones.....	33
La impresión 3D por encolado de papel	33
En resumen	35
TIPOS DE IMPRESORAS 3D	37
Los criterios de elección de una impresora 3D.....	38
Las impresoras 3D personales	39
RepRap, la impresora que se imprime a sí misma.....	39
Anatomía de una impresora personal	41
Fab@Home.....	42
MakerBot Industries.....	43
Ultimaker	45
Solidoodle	46
Printrbot jr	47
Micro M3D.....	47
Cube.....	48
Impresoras que no funcionan mediante FDM.....	49
Y las demás.....	51
Las impresoras 3D profesionales.....	51
Los modelos ProJet de 3D Systems	52
Las Objet24 y las Objet30 de Objet.....	53
Las Uprint se de Stratasys.....	54
La Perfactory P3 Mini Multi Lens de Envision TEC.....	55
La serie ProJet x60	55
Las impresoras 3D de producción	56
Las EOS P	56
La gama ProJet 7000 de 3D Systems.....	57
La gama Objet Connex.....	57

Las series Dimension y Fortus de Stratasys	58
Las impresoras de gran volumen	58
Las impresoras de materia alimentaria	59
Las impresoras para odontología	60
Las impresoras de joyería	61
Las impresoras de metal	61
Las impresoras de circuito electrónico	64

LOS MATERIALES DE LA IMPRESIÓN 3D

Los plásticos

Los ABS y las imitaciones de los ABS	66
El PLA.....	67
El PET	68
Las poliamidas	69
Los plásticos multicolor compuestos.....	69
Las resinas	70
Los plásticos transparentes	71
Los plásticos resistentes al calor.....	72
Los plásticos flexibles y los cauchos	72
El polipropileno y las imitaciones de polipropileno	74
El alumide	75

Los metales

El aluminio y sus aleaciones	76
El cromo-cobalto y sus aleaciones	76
El acero inoxidable	77
El acero de utillaje martensítico	77
El titanio y sus aleaciones	77
Los metales preciosos	78

Cerámicas, arenas y hormigones

Los materiales orgánicos

Las ceras	80
La madera.....	81
El papel	82
Los materiales alimentarios	82
Los tejidos biológicos.....	83
Los materiales conductores.....	84

¿Hacia los materiales de impresión 4D?

85

La impresión 3D llevada a la práctica

LAS FASES DE MODELADO Y PREPARACIÓN	89
Creación o descarga de un modelo 3D	90
El modelado 3D	90
La adquisición por medio de escaneo 3D	92
La utilización de un archivo 3D ya existente	96
Exportación al formato STL.....	97
Reparación y preparación del archivo STL	98
Consejos y trucos.....	98
Las soluciones informáticas.....	99
Las soluciones online.....	101
Laminado del archivo STL.....	101
Resolución, densidad y grosor	101
Raft y soporte	102
El software de laminado.....	103
Exportación para impresión	103
LA FASE DE IMPRESIÓN.....	105
La elección del material	105
Características de un material	106
¿Qué material conviene a cada objeto?	106
Realizar una impresión	107
El software de control de impresión.....	107
Preparar la impresora	109
Lanzar la impresión.....	112
Optimizar la impresión	113
Optimizar los costes	113
Optimizar la calidad de la pieza.....	117
Optimizar el tiempo de impresión	119
LA FASE DE ACABADO.....	121
La limpieza del objeto.....	121
La solidificación de la pieza	123
La preparación de la pieza.....	124
El lijado	124

El pulido.....	125
El enmasillado.....	127
Aplicar la imprimación.....	127
El acabado de la pieza.....	128
La pintura	128
Los otros acabados.....	129
El envejecimiento de la pieza	131

Aplicaciones y perspectivas

LA IMPRESIÓN 3D PARA PARTICULARES.....	135
¿Cómo imprimir en 3D?.....	135
Las impresoras 3D personales.....	135
Los servicios online.....	136
Los locales de fabricación.....	137
¿Qué objetos pueden imprimirse en 3D?.....	138
Objetos personales	139
Objetos útiles.....	139
Objetos restaurados o mejorados	141
Objetos abiertos y modificables	142
Cómo obtener archivos 3D de objetos.....	143
Un acceso más fácil a la creación 3D	143
Los sitios web de intercambio de modelos 3D.....	143
¿Qué proyectos cabe emprender con la ayuda de la impresión 3D?.....	145
Presentar o monetizar nuestras creaciones.....	145
Ofrecer nuestro servicio de impresión 3D en casa.....	146
Comercializar nuestro modelo de impresora 3D.....	147
Lanzar una campaña de financiación colectiva.....	147
¿Qué tenemos derecho a imprimir en 3D?.....	148
En el caso de una creación original	148
En caso de que se trate de una copia	149
En definitiva: icread!	149

LA IMPRESIÓN 3D PARA PROFESIONALES.....	151
Arquitectura	151
Arte.....	154
Diseño	156
Cine	157
Patrimonio	159
Moda	159
Joyería	162
Industria pesada	163
Aeronáutica.....	163
Automóvil.....	163
Defensa.....	164
Electrónica.....	165
Agroalimentaria	166
Sanidad.....	166
Prótesis y audífonos.....	166
Tejido humano, órganos, implantes y medicamentos.....	169
Humanitario	170
Educación.....	170
Investigación científica	171
¿LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?.....	173
Hacia la customización en masa	173
Objetos cocreados con el usuario final.....	173
Una mejor adaptabilidad a los deseos del consumidor.....	175
Una cadena de producción trastocada.....	176
La impresión 3D en la nube.....	177
... o en casa	178
Relocalización y reindustrialización	178
Ecología y desarrollo sostenible	179
Objetos de diseño optimizado.....	180
Pérdidas mínimas de material	181
La cuestión del reciclaje	181
Sí, pero.....	181
Una fabricación todavía demasiado lenta	182
Materiales caros y poco variados.....	182

Formas difícilmente reproducibles y en ocasiones inestables	182
Control de calidad en pocos casos.....	183
Conclusión	183
RECURSOS ÚTILES RELACIONADOS CON LA IMPRESIÓN 3D	185
Espacios y comunidades.....	185
Impresoras / Fabricantes y ditribuidores	187
Centros tecnológicos y centros de investigación.....	189
Formación y diseño.....	190
Servicios de prototipaje e impresión	191
Publicaciones	191
GLOSARIO	193
ÍNDICE ALFABÉTICO	197

¿Qué es la impresión 3D?

¿Cuál es el origen la impresión 3D y en qué consiste?

¿Con qué aparatos y con qué materiales podemos imprimir?

Esta primera parte plantea las bases de este nuevo proceso, que en realidad tampoco es tan nuevo...

LA IMPRESIÓN 3D EN POCAS PALABRAS

Para *The Economist* “La tercera revolución industrial”; para Chris Anderson, el antiguo jefe de redacción de *Wired*, una tecnología “más importante que la web”... Con las ventas de impresoras 3D disparadas al 75 % en 2014 según el gabinete de análisis Gartner, la impresión 3D sigue experimentando un fulgurante crecimiento.

Pero ¿de dónde surge? ¿Se trata de una técnica nueva, como nos hace pensar el entusiasmo reciente de los medios de comunicación? ¿En qué difiere de los métodos tradicionales de fabricación? ¿Cuáles son las aplicaciones actuales y qué cambios provocará el día de mañana? En este primer capítulo vamos a dibujar un breve panorama general de la impresión 3D, remontándonos a sus orígenes.

Un proceso de adición de materia

Hasta hace poco, tres eran las técnicas principales que se empleaban en la fabricación de objetos: sustraer paulatinamente materia hasta formar la pieza final (por esculpido, talla, fresado, perforación...), combinar diversos materiales (tejido, *collage*...) o deformar la materia para darle la forma deseada (moldeado, plegado...). La fabricación de un objeto suele combinar estos tres procedimientos, lo que exige la utilización de numerosas herramientas y el empleo de diferentes materiales.

La impresión 3D funciona de modo completamente distinto: la pieza se crea en un solo paso, capa por capa, a un ritmo medio de unos dos centímetros de altura por hora. El objeto creado puede constar de mecanismos internos (como un rodamiento de bolas), formas tejidas y entrelazadas, o incluso de huecos y curvas.

Si bien existen numerosos procesos de impresión 3D, todos tienen en común que los objetos se producen a base de superposición de capas sucesivas. Esta técnica recibe el nombre de fabricación “aditiva”, pues se lleva a cabo mediante la adición de materia: el objeto cobra forma a medida que las capas se solidifican.



Etapas de la impresión 3D de una hélice. (Fuente: Stratasys, vía CSC.)

La impresión 3D se lleva a cabo con la ayuda de una impresora 3D. Esta máquina puede tener tamaños y aspectos variados, y siempre está vinculada a diversos programas informáticos que son fundamentales para el proceso, pues permiten preparar el archivo 3D del objeto que vayamos a fabricar y controlar después la máquina durante la impresión. Una impresora 3D, por lo tanto, es una máquina capaz de fabricar un objeto físico a partir de un modelo 3D.



Orbicular Lamp 1, lámpara impresa en 3D por el estudio de diseño Nervous System. (Fuente: Nervous System, <www.n-e-r-v-o-u-s.com>.)

Breve apunte histórico

La popularidad que están adquiriendo hoy las impresoras 3D personales y la campaña actual de los medios de comunicación nos hacen pensar que la impresión 3D está dando sus primeros pasos en estos momentos. Pero esto no es así ni por asomo.

En realidad, la impresión 3D existe desde hace en torno a 25 años. Durante mucho tiempo ha permanecido circunscrita a un uso industrial muy especializado, y en un principio se empleó con fines de prototipado y utillaje rápido. Esta entrada por la puerta de atrás le ha permitido ponerse a prueba tranquilamente pero con eficacia.

El lanzamiento de la primera impresora 3D, la SLA-250, tuvo lugar a finales de 1988, por parte de la que era entonces una joven empresa, 3D Systems, fundada en 1986 por el ingeniero Chuck Hull, responsable de una sesentena de patentes en el ámbito del prototipado rápido. El procedimiento que empleaba era la estereolitografía, técnica que creó y patentó en 1984. En aquella época no existía aún la expresión “impresión 3D”. Chuck Hull habla de *stereolithography apparatus*, fórmula que designa un sistema de fabricación por capas sucesivas a partir de un material sensible a los rayos ultravioletas. De entrada, la impresora cosechó un auténtico éxito en el mundo industrial. 3D Systems está también en el origen del STL (Standard Tessellation Language, en español, “Lenguaje Estándar de Teselado”), un formato de archivo que se convertiría más adelante en el estándar para la impresión 3D.

Como sucede a menudo en la historia de todas las técnicas, por la misma época había más inventores ideando otros procedimientos de fabricación aditiva. En 1988, Scott y Lisa Crump crearon la compañía Stratasys. En ese momento se encontraban en pleno desarrollo del proceso FDM (Fused Deposition Modeling, en español “Modelado por Depósito de Fundente”), que sería patentado al año siguiente. La sociedad lanza al mercado sus primeras impresoras basadas en esta técnica, que permite depositar el material licuado capa por capa gracias a un cabezal móvil de extrusión. La FDM dará lugar más tarde a las impresoras personales.

Hubo que esperar hasta 1993 para que apareciera el proceso 3DP (Three Dimensional Printing, en español “Impresión Tridimensional”), creado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology). Es bastante similar a la técnica empleada por las impresoras 2D de inyección de tinta: un pegamento protegido bajo una película de polvo, que forma poco a poco el objeto. En 1995, la compañía Z Corporation obtuvo del MIT el derecho de uso exclusivo del proceso 3DP e inició el desarrollo de sus impresoras, destinadas únicamente al mundo industrial.

¿“Fabricación aditiva” o “impresión 3D”?

Estas dos expresiones sinónimas califican el conjunto de las técnicas de fabricación capa por capa. En la actualidad, la denominación AM (Additive Manufacturing, en español “Fabricación Aditiva”), utilizada por los grandes nombres históricos del sector, se asocia principalmente al mundo industrial. Designa el conjunto de procesos de fabricación por adición de materia, que agrupa siete tipos de técnicas distintas: la extrusión de materia, la proyección de materia, la proyección de aglutinante, el laminado de papel, la fotopolimerización, la fusión de lechos de polvo y la deposición directa de energía.

Más recientemente, los medios de comunicación han popularizado la fórmula “impresión 3D” a raíz de la eclosión de entidades como MakerBot o Bits from Bytes, y de servicios de impresión 3D online como Sculpteo o Shapeways. Este uso de la expresión está reservado más bien a las aplicaciones dirigidas al gran público.

El año 1996 fue clave para el mundo emergente de la impresión 3D. Se lanzaron al mercado tres impresoras fundamentales: la Genisys de Stratasys, la Actua 2100 de 3D Systems, y la Z402 de Z Corporation. Aparecían por primera vez bajo la calificación de “impresoras 3D”, y la expresión comenzó a calar en el lenguaje cotidiano. A continuación, en 2005, vio la luz la Spectrum Z510 de Z Corporation, la primera impresora 3D capaz de fabricar objetos directamente en colores.

A lo largo de 10 años, entre 1996 y 2006 aproximadamente, los constructores fueron creando otros modelos, mejorando y desarrollando nuevos procesos. Las impresoras 3D fueron siendo cada vez más utilizadas para el prototipado rápido y para la producción en series reducidas, pero continuaron manteniéndose circunscritas al ámbito industrial.

Hitos de la historia de la impresión 3D

1952: Kojima demuestra las ventajas de la fabricación por capas superpuestas.

1967: Swainson registra una patente en Estados Unidos para un sistema de endurecimiento de resina por láser de doble haz.

1981: Kodama publica tres métodos de solidificación holográfica.

1982: Chuck Hull lleva a cabo investigaciones a propósito de la estereolitografía.

1984: Chuck Hull registra la patente 4575330 de utilización de la estereolitografía.

1986: Creación de 3D Systems. Otros actores entran en juego.

1987: El prototipado rápido se convierte en una realidad comercial.

1989: Lanzamiento de Stratasys y de sus primeras impresoras FDM.

1990: La fabricación aditiva se utiliza para la elaboración de moldes.

1995: Z Corporation lanza las primera impresoras 3DP.

1996: Primeras alusiones a máquinas industriales como “impresoras 3D”.

2000: La fabricación aditiva se emplea para elaborar piezas de producción.

2007: Creación de Shapeways en los Países Bajos.

2009: Creación de MakerBot Industries y lanzamiento de la MakerBot Cupcake CNC. Lanzamiento de Sculpteo en Francia.

2011: Se venden 15.000 impresoras 3D (alrededor de 40 modelos disponibles).

2012: Se venden 45.000 nuevas máquinas.

Fuente: “Putting 3D Printing into the Value Stream” [“Entrada de la impresión 3D en el flujo de valor”], *Economist*, octubre de 2012.

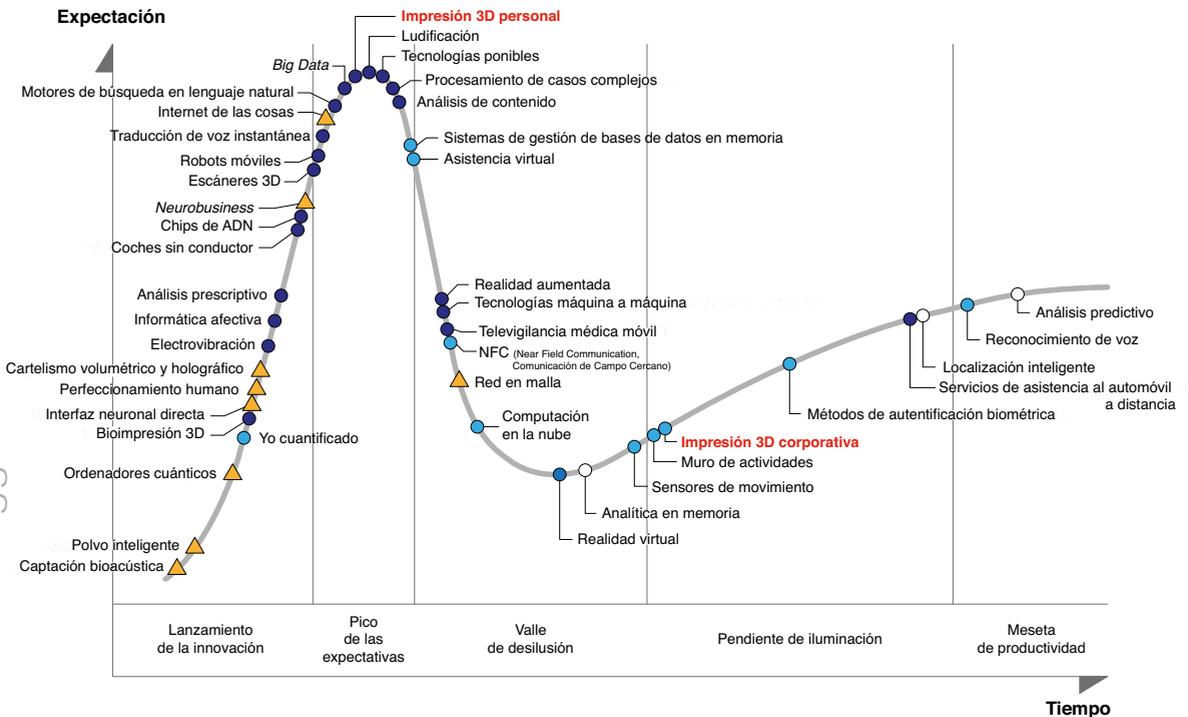
Poco a poco fue calando la idea de hacer accesible esta tecnología a los particulares. A partir de esta visión emergieron más empresas, principalmente en Europa. En 2007, los holandeses Peter Weijmarshausen, Robert Schouwenburg y Marleen Vogelaar crean Shapeways, un servicio online de impresión 3D abierto a particulares. El año 2009, en Francia, Éric Carreel, Clément Moreau y Jacques Lewiner fundaron Sculpteo y desarrollaron herramientas web que simplificaron el conjunto de procesos de impresión 3D para uso de los aficionados.

Paralelamente, otros agentes se involucran en el ámbito de las impresoras 3D personales. Nacido en el mundo de la investigación y del código abierto, el proyecto RepRap, dirigido por Adrian

Bowyer, ve la luz en 2005 en la Universidad de Bath, en Inglaterra. Se trata de la primera impresora 3D autorreplicante —es capaz de imprimir sus propias piezas— que se basa en una tecnología muy parecida al proceso FDM. El primer modelo operativo, la Darwin, está disponible en 2007. Es de código abierto por entero, lo que permite a muchos usuarios entusiastas reproducirla y mejorarla.

Hoy en día, el mercado de la impresión 3D se encuentra en plena expansión y parece que incluso está atravesando una fase de transición histórica. En abril de 2012 las compañías Stratasys y Objet se fusionaron y se convirtieron en la *pure player* líder mundial de la impresión 3D con 1400 millones de dólares. Otra cifra impresionante: el mercado de las impresoras 3D personales pasó de 355 unidades vendidas en 2008 a 23.265 en 2011. Los medios de comunicación se han hecho eco también del fenómeno y continúan atrayendo la atención sobre esta tecnología cada vez más conocida por el gran público. Los procesos de impresión han mejorado, los materiales disponibles se han multiplicado y el precio de las máquinas ha caído drásticamente. Ahora, por unos 400 €, es posible hacerse con una impresora 3D personal con un rendimiento relativamente bueno.

www.ggili.com — www.ggili.com.mx



La meseta se alcanzará en:

- menos de 2 años
- entre 2 y 5 años
- entre 5 y 10 años
- ▲ más de 10 años

La impresión 3D aparece en lo más alto de la curva de las tendencias, según la compañía de investigación Gartner. (Fuente: Gartner.)