

Transcripción en castellano.

La hora de la impresión 3D

Joan Triadó:

Durante los siguientes minutos en esta mesa redonda debatiremos sobre la fabricación aditiva. Este debate está producido por la revista electrónica *Info PLC* y cuenta con los siguientes participantes.

Señor Felip Fenollosa, director general de la Fundación CIM de la UPC, buenos días.

Felip Fenollosa:

Muchas gracias.

Joan Triadó:

El señor Víctor Martí es Go-to-Market (GTM) manager de HP. Buenos días.

Víctor Martí:

Buenos días.

Joan Triadó:

Y el señor Tomàs Megía, coordinador de la iniciativa Global 3D Printing Hub. Buenos días también.

Tomàs Megía:

Buenos días.

Joan Triadó:

Bueno, por mi parte, mi nombre es Joan Triadó. Soy profesor del Tecnocampus de Mataró y del Máster en Industria 4.0 de la Universitat Oberta de Catalunya y el Tecnocampus.

Primero empezaremos hablando de vuestras instituciones y de vuestras empresas un poco para justificar por qué estáis aquí. Entonces comenzaremos, por ejemplo, por Víctor.

Víctor Martí:

Muy bien.

Joan Triadó:

¿De dónde vienes y a qué os dedicáis?

Víctor Martí:

Muy bien. Pues yo soy parte del equipo de HP. Básicamente somos productores de máquina aditiva, especialmente de máquina aditiva dedicada a los termoplásticos. Creemos que podemos jugar un rol en este movimiento que está teniendo lugar sobre la fabricación aditiva.

Joan Triadó:

Muy bien. Pasamos a Felip Fenollosa.

Felip Fenollosa:

Hola. Bueno, desde la Fundación CIM de la UPC, tenemos una trayectoria de unos 25 años en, justamente, intentar dar el protagonismo de la fabricación digital a las empresas de nuestro país. Lo que hace 25 años empezó con la introducción del control numérico, de las IT en las OT –de la entrada de la informática en las empresas, en el taller–, pues hoy en día estamos hablando de la fabricación aditiva, que es un poco el camino más corto entre la idea y el producto, gracias justamente a la revolución de las IT.

Joan Triadó:

Muy bien. Pasemos a Tomàs Megía.

Tomàs Megía:

Yo vengo de Acció. Acció es la agencia del Govern de la Generalitat de Catalunya, la cual se encarga de promover el desarrollo de negocio de las empresas catalanas a través de internacionalización y buscar otros mercados, y también a través de lo que es el concepto de la innovación, de asumir esta innovación y de hacer transferencia tecnológica, etcétera.

Joan Triadó:

Muy bien. Primero, a ver si alguien... Porque los que nos van a mirar y a escuchar pueden tener diferentes grados de conocimiento del tema. Por ejemplo, ¿qué es la fabricación aditiva y por qué se diferencia de la fabricación convencional? En una frase casi, ¿cómo se definiría la fabricación aditiva?

Felip Fenollosa:

Yo diría que la fabricación aditiva se define por el hecho de que desde la nada, creamos un objeto. Se tiene un estándar de que esto se hace por superposición de capas de los más diversos materiales. Tenemos hoy a Víctor que nos contará cómo se hace con polvo de plástico. En la Fundación CIM tenemos también diversas tecnologías demostrativas al respecto. Y ahora entraríamos en la jerga de estereolitografía, fabricación de lo fundido, inyección de fotopolímeros, etc., que todas tienen eso en común. Hacemos el objeto aditivamente desde cero, por capas.

Joan Triadó:

Por contraposición a lo que es el mecanizado estándar, que sería lo contrario.

Felip Fenollosa:

Correcto. Al arranque de viruta. Tenemos el bloque. Vamos a hacer nacer, como hacen los artesanos...

Joan Triadó:

Como los escultores.

Felip Fenollosa:

Dentro está oculto el objeto. Vamos a sacarlo.

Joan Triadó:

Eso mismo. Quizá ahora porque aparece bastante en la prensa y es una tecnología que está como de moda, podríamos decirlo así, pero antes nos hablabas de más de 25 años. Estamos hablando de una tecnología de unos casi 30 años. ¿Cómo es que ahora aparece con esta fuerza mediática, podríamos decirlo de esta manera? ¿Qué ha hecho diferente? Alguno de vosotros...

Tomàs Megía:

Yo creo que precisamente hace 20 o 25 años había una tecnología muy incipiente, pero seguramente estaba muy lejos de lo que era la necesidad de la empresa usuaria o el fabricante que necesitaba hacer estas piezas en diferentes materiales a una cierta velocidad. Entonces lo que era la fabricación a través de moldes, de máquinas de control numérico, etc., pues era mucho más competitiva que todo esto. Yo entiendo que ahora lo que está pasando es que se está desarrollando mucha tecnología, mucho material, que está cerrando este *gap* y cada vez se permite que sea mucho más rentable trabajar con estas tecnologías, desde las fases más de diseño –seguramente lo corroborarán los compañeros que saben más de esto–, pero también entrando en las fases de producción en serie, pequeñas series, etc. Yo creo que un poco esta es la razón.

Joan Triadó:

Esto es lo que ha visto Euro Packard. Perdón, HP.

Víctor Martí:

Totalmente de acuerdo. Al final, como bien dices tú, hasta que el empresario no ve el sentido a migrar de una forma de hacer a otra forma de hacer nueva, que normalmente esto viene asociado a que tiene que entender qué es más productivo o más barato o más eficiente, este cambio cuesta mucho. Las tecnologías hace 20 años, cuando se lanzaron en el 3D, estaban en un nivel en el que ofrecían ya muchas ventajas a nivel de prototipado, pero no permitían al usuario dar este salto a la producción. Entonces poco a poco ese *gap* tecnológico, si queremos llamarlo de alguna forma, se ha ido cerrando y eso hace que cada vez la gente lo vea más factible y, por lo tanto, haya más ruido en el mercado y mayor aceptación.

Joan Triadó:

Muy bien. Pues para centrar ya el tema, ¿qué ventajas reporta la fabricación aditiva, la cual también se llama impresión 3D, respecto al mecanizado convencional? ¿Por qué se utiliza la fabricación aditiva? ¿Para qué?

Felip Fenollosa:

Nosotros lo tenemos bastante acotado porque con nuestra planta piloto justamente conviven la fabricación sustractiva y la fabricación aditiva, con máquinas de cinco y de siete ejes, multicabezales, etc., de arranque de viruta. Vemos bien la tipología de empresa que nos viene. Toda empresa que quiere una pieza metálica típica de una máquina automática, muy estandarizada de diseño, no está pensando aún, a fecha de hoy, en la fabricación aditiva. La competitividad dicta que estas piezas se hacen hoy día mecanizadas. En cambio, todas las empresas cuyo vector está siendo “apostemos fuerte por el diseño y ya veremos cómo produciremos”, estos han entrado ya de lleno en olvidarse del fresado y conceptualizar sus piezas, tenerlas en la mano en 24 horas, aunque luego quizás a saber si la serie será mecanizada. Normalmente estamos hablando hoy día de piezas de plástico, por lo que no tendría ningún sentido.

Hay una zona naciente intermedia, que son piezas metálicas, que podrían ser ejecutadas con fabricación aditiva, pero ni por cultura de empresa, ni por coste, está aún la moneda decantada hacia un lugar u otro.

Joan Triadó:

De hecho, la fabricación aditiva no... La gente muchas veces dice “impresión 3D” y piensa en esos artilugios que van poniendo un hilo y construyendo, pero de hecho son ya casi una miríada de tecnologías, de técnicas diferentes. ¿Se pueden clasificar en pocas tecnologías o hay que decir veinte nombres?

Felip Fenollosa:

Bueno, primero de todo hay dos capítulos que serían la tecnología de acceso rápido y la tecnología industrial. Ciertamente, el vencimiento de algunas patentes hace años ha inaugurado el capítulo de tecnología plenamente al acceso. Y hay tecnologías industriales cuyas maquinarias costaban 30.000 o 50.000 euros hace escasos cinco años y que hoy día cuestan 3.000 o 4.000 euros, hechas no por los playos industriales consolidados, ni los entrantes industriales, sino por *start-ups* que van tomando un cierto liderazgo.

Hecha esta división entre lo que serían máquinas de rápido acceso y máquinas industriales, en las máquinas industriales vuelve a haber otra división que es plástico y metal. Entonces ahí realmente son dos universos. Aquí en Catalunya y también como parte de la plataforma que está impulsando este 3D printing, pues tenemos socios que están en la parte de plástico y socios que están en la parte de metal. Son dos mundos que, aunque el procedimiento industrial es muy parecido, en cuanto a polvo de plástico, láser o algún sistema que solidifica, pues todos entendemos que son dos universos.

Y, finalmente, si entramos sobre todo en la parte de plástico, porque es la más antigua y la más consolidada, pues ahí volvemos a tener una nueva división. Tenemos el primer sistema que realmente puso la impresión 3D sobre la mesa, que son las resinas epoxi

solidificadas a través de luz y luego tenemos lo que sería el campo del polvo plástico solidificado. Y haríamos un bonito árbol porque volveríamos a dividir las tecnologías de resina epoxi, que si con una cuba, que si las inyectamos, que si las hacemos con un proyector de transparencias de los típicos, como el que tenemos aquí en la sala... En fin, que realmente menudo ecosistema se ha creado en estos 20 años.

Joan Triadó:

Bueno, al menos damos la idea de que la cosa es bastante compleja y es un sistema muy rico. Por ejemplo, HP, ¿por qué tecnología...?

Víctor Martí:

Pues de todas las que comenta Felip, al final la gracia es un poco que, y esto es una realidad en el 3D, creemos nosotros desde HP, no hay una tecnología única a día de hoy que pueda probarse sobre las demás. Entonces dependerá mucho de lo que el usuario quiera hacer al final o de la pieza con la que esté pensando trabajar o del tipo de proceso, tendrá unas ventajas u otras.

Nosotros en HP cuando decidimos ir a por el mercado y empezar este negocio, hay una cosa que teníamos muy clara y es que no queríamos entrar con una tecnología que no tuviese el potencial de crecer mucho más. Entonces fue por este motivo que HP decidió no entrar en este mercado hasta tener su propia tecnología, que en este caso es diferente y disruptiva con las demás, aparte de que tiene un gran potencial. Cuando estuvimos mirando el mapa dijimos: "A ver, ¿qué es lo que nos interesa? Si queremos ir a pieza final, que es donde creemos que está la gran oportunidad, tenemos que dar lo que llamamos propiedades mecánicas al finalizar el proceso. No nos vale cualquier tecnología que no tenga unas propiedades mecánicas excelentes". Entonces ya descartamos unas cuantas. A partir de ahí dijimos: "Muy bien. Ahora con esto tenemos que mirar una tecnología que, además de dar propiedades mecánicas, nos permita dar también un nivel de productividad alto". Entonces ahí fue donde HP puso su conocimiento de tecnología actual de la impresión 2D y creamos una tecnología nueva utilizando la base polvo de todas las que ha mencionado Felip, la base polvo que es la más reconocida como la que da propiedades mecánicas más altas y pivotamos nuestra tecnología de inyección, de tintas en este caso, para inyectar unos agentes y, de esta forma, conseguir la productividad.

Tomàs Megía:

Yo quería añadir que, centrándonos en todo lo que es la cadena de valor de la producción, como él ha explicado muy bien los tipos de tecnologías, nosotros estamos muy atentos a lo que sucede con otros tipos de materiales para unas industrias que son totalmente diferentes, con modelos de negocios y seguramente con tecnologías diferentes, que son de tema de salud, para hacer prótesis, tejidos, órganos... Se está trabajando. La materia que utiliza es muy diferente también y entiendo que la tecnología, seguramente lo corroborarán ellos también, es diferente. El tema de la alimentación, por ejemplo. Creemos que también hay unas ventajas de oportunidad muy interesantes. Estamos siguiendo muy de cerca qué está pasando también en estos sectores.

Joan Triadó:

Hay otro campo, aparte del de la tecnología para conseguir los objetos 3D, que es el desarrollo que ha tenido el *software* 3D, ligado a este tipo de tecnología. ¿Se puede decir algo que diferencia... o qué han aportado estos nuevos CADs, por decirlo de alguna manera, al mundo de la industria y al diseño, y qué características tienen, etc.?

Felip Fenollosa:

Sí. Hay un hecho que es que a priori no parece que los mundos del CAD hayan sido muy adaptados a lo que la impresión 3D puede hacer. Digamos que los *softwares* clásicos modelan a partir de cero. Tenemos... No diré marcas, pero las tenemos todos en la cabeza. Cualquier *software* hoy día te hace un diseño 3D y realmente el protagonista es que te lo ponen fácil como interfaz de usuario, pero eres tú el que debe crear, ¿de acuerdo? Y, por tanto, digamos que una herramienta pensada para sacar mejor las potencialidades de la impresión 3D parece que a priori no esté y que como mucho, evidentemente, todos los *softwares* CAD hoy día lo que permiten es exportar el fichero al formato que cualquier impresora 3D va a poder entender y procesar. Este es el mínimo *minimorum* que cumplen.

Yo diría que es ahora que hay *softwares*, no de CAD, sino de CAE, que están intentando aportar lo que la impresión 3D puede realmente poner sobre la mesa, que son –ya me centro– las geometrías imposibles y el metal. Es decir, ir a parámetros como el ultra aligeramiento, diseños orgánicos, en los cuales hay una inteligencia en cada gramo aplicado a la pieza que se está diseñando. Eso es CAD, de acuerdo, pero sobre todo es ingeniería asistida por ordenador. Y eso, debo decir, que más que un problema de que la herramienta exista o no –tampoco ahora citaré marcas–, es que haya un contexto de técnicos, de empresas, que sepan cómo eso podría cambiar su modelo de negocio, los productos que diseñan y que tengan una estrategia para decir: “Vamos a llegar la oficina técnica y a nuestra empresa en esta dirección”. Estoy hablando de algo que justo estamos despertando, cuando, como digo, la impresión 3D tendrá 25 años y la metálica 10 o 15. Y es ahora que se está pensando en cosas como estas y diseños muy atractivos están siendo mostrados de lo que se puede hacer en automoción, de lo que se puede hacer en aeronáutica, en este aspecto.

Evidentemente de plástico ya hacía tiempo que se hacía así, pero el plástico no tiene las capacidades del metal, aunque sí que tiene de muy buenas y unificación de piezas, diseños compactados, etc., pues hace años que se hacen. En este sentido, Víctor, a lo mejor podrías decir tú cuántas piezas de plástico impresas en 3D lleva la misma máquina de HP. Debe llevar unas cuantas.

Víctor Martí:

Pues sí, de hecho, además sé el número, que es justamente 66 piezas. Es el 50 por ciento de las piezas de plástico que lleva la máquina. Ya están diseñadas, como tú bien dices, para ser producidas con *additive manufacturing*. En este caso, como has comentado, desde ventilaciones que están ensambladas, bueno, diseñadas para no tener que ensamblarse y que ya vienen impresas con unas geometrías que sería imposible hacerlas de cualquier otra forma... De hecho, quería remarcar una de las cosas que has dicho, que me parece excelente, porque es lo que nos encontramos

nosotros día a día. Cuando vamos a intentar hablar con clientes para que adopten la solución, el típico caso es que te viene una persona de esta empresa, te pone una pieza delante y te dice: “Muy bien, dime cuánto me costaría realizar esta pieza”. Y entonces ahí el trabajo de todo el mundo es intentar educar a la gente que no es esa pieza la que necesita probablemente, sino que esta pieza se ha de rediseñar con las herramientas de *software* que hemos mencionado para ver cómo se puede optimizar y sacar la mejor pieza posible con una nueva forma de generar piezas aditivamente y no sustractivamente. Entonces cuando entienden esto es cuando de repente por fin abren los ojos y empiezan a pensar mucho en el tema de diseño y cómo hacerlo.

Joan Triadó:

¿Qué usos actuales tiene? Tomàs, ya nos has dicho unos cuantos. ¿Podemos decir algunos más? Por ejemplo, en arquitectura se utiliza...

Tomàs Megía:

En arquitectura, bueno, ahora se habla mucho, sobre todo últimamente de las empresas que están haciendo impresoras de edificios, usadas en construcción, con unas formas muy peculiares realmente, porque es verdad que tiene unas limitaciones. Ya hay empresas de tecnología que se están atreviendo con el hormigón como parte del material y con unos sistemas que van conformando las paredes, y al final te dan la estructura que puede ser totalmente habitable, aunque está muy verde todavía.

Yo creo que este es un ámbito muy interesante, el que hemos comentado sobre todo de aplicaciones en maquinaria, la gente que hace *màquina-eina* o máquina-herramienta, o maquinaria para plantas de producción. Hay mucha pieza que se hace de una vez, pero tienes una pieza estupenda, que está muy bien acabada porque forma parte de una cadena de producción. Todo lo que son partes y componentes del sector auto y cualquier manufactura que implica hacer un producto. Estamos hablando tanto de hacer juguetes como hacer joyas, etc. Incluso ahora se habla cada vez más también –está en un *height* muy alto– del tema de la alimentación. A mi entender está todavía muy en ciernes todo esto, pero es un campo muy interesante y atractivo, trabajar con estos sistemas de producción.

Si queréis añadir alguno más, porque me dejo unos cuantos.

Joan Triadó:

El vidrio... Últimamente también aparecen novedades.

Tomàs Megía:

El vidrio y la cerámica. No tengo ni idea de cómo se plantea, sinceramente, porque debe ser complejo, pero en cerámica sí que se está planteando. He escuchado bastantes iniciativas. En vidrio lo desconozco.

Víctor Martí:

Sí, en vidrio yo también lo desconocía. En cerámica sí que hemos sondeado algunos clientes para entender qué aplicaciones le verían. Porque a veces lo complicado es esto. Hay muchas nuevas líneas de fabricación aditiva o de impresión 3D y llega un momento

en el que las empresas, sobre todo los productores de maquinaria, nos planteamos: “¿Está el mercado listo para abordar esta nueva área? ¿Sí o no? ¿Y cómo se hace esto?” Pues vas hablando con clientes y muchas veces acabas una conversación muy similar a: “Podemos hacer esto. ¿Te interesa?” o “Sí, lo veo genial, superinteresante. A mis ingenieros les encantará”. “Muy bien. ¿Y qué tipo de aplicaciones harías?” “No lo sé. Tendría que ir a hablar con I+D y entender bien...” Claro, este *loop* es un poco difícil de romper a veces. Entonces todas estas nuevas líneas que hay, realmente lo interesante es intentar encontrar lo que llamamos una aplicación definida donde las ventajas sean muy obvias y así la gente pueda adoptar este nuevo proceso. Cuando esto pasa es la primera piedrecita para que toda la cadena de la aplicación se vaya abriendo y al final pues haya una nueva iniciativa dentro del mercado o un nuevo nicho si queremos llamarlo.

Felip Fenollosa:

Nosotros, aunque se nos reconoce más porque tenemos máquinas industriales y hacemos prototipos para las empresas o porque incluso producimos, ya lo comentaremos, impresoras 3D de sobremesa con una cierta posición de liderazgo, realmente el punto fuerte hace referencia a la pregunta que has hecho. En nuestro departamento de investigación, vinculado evidentemente a la Universidad Politécnica de Catalunya, la prioridad es crear IP y es que realmente, se han citado algunas, pero es que hay más. Cerámica centrada en tema de prótesis. Se nos piden equipos y proporcionamos equipos para investigar deposición de cerámicas especiales. Electrónica impresa en 3D sería otro capítulo que ni nos imaginamos lo que puede llegar a suponer. Ya hemos hablado también de construcción civil. Tenemos ya una impresora construida trabajando en una conocida cementera en la entrada de Barcelona en un proyecto de investigación. Y, en definitiva, confirmo que hay un *boom* de investigación en líneas bastante inauditas sobre lo que puede hacerse en impresión 3D.

El tema de tejidos vivos o de material biológico es también uno de los capítulos en el que, con más secretismo, estamos tratando todos.

Joan Triadó:

La fabricación aditiva en sí es... ¿A este mercado qué estado de madurez le veis vosotros? Yo, por lo que me estáis contando, parece que no está ahora en el estado de madurez, sino en un estado de progresión, ¿no? De progresión y cada vez más acelerado. ¿Es así? ¿Se ve cada vez más interés de empresas o estamos hablando de casos todavía singulares?

Tomàs Megía:

Bueno, desde... A ver, entendiendo que la impresión 3D tiene unos cuantos retos, entre ellos lo que es la solución o la máquina de 3D que cada vez lo haga en menos tiempo, sobre todo en menos tiempo, el acabado, la resolución... Estos son los retos y luego está el reto de la propia empresa usuaria de cocer sus productos y diseñar, a partir de... con un concepto de 3D. No diseñar, como decíamos antes, a partir de una pieza que siempre ha sido la misma, a ver como la hacemos mejor con 3D, sino pensando cómo se puede hacer esa pieza o quizá un ensamblaje de piezas, que lo puede hacer ya de

una pieza. Entonces, desde este punto de vista, queda mucho por hacer, por lo que entendemos nosotros, en aplicar diferentes materiales. Queda mucho por hacer en conseguir más velocidades. HP lo confirmará luego, pero ellos han trabajado en una máquina que multiplica por diez la velocidad. Más todavía porque si estamos pensando en competir contra la inyección de molde, por ejemplo, pues hace falta más rapidez. Queda mucho por hacer también en ampliar más la resolución para poder trabajar con productos mucho más finos y en los acabados. Y luego, por otra parte, está lo que es la oferta. Por la parte de la demanda, con las empresas usuarias, nosotros estamos detectando muchísimas empresas que están haciendo bastante más de lo que pensábamos, pero, claro, son sus pruebas. Están todavía en el mundo de la confidencialidad de la empresa, pero están trabajando ya para ir implementando todas estas tecnologías, sobre todo en la fase de diseño, de test, de prueba de concepto...

Víctor Martí:

Desde nuestro punto de vista, como mínimo, al final hay dos grandes vectores. Entonces aquí sí que es diferente, también un poco por tecnología. No todas las tecnologías tienen la capacidad de ofrecer lo mismo. En este caso la de termoplásticos va un poco más avanzada que las demás, ya que el material en sí es un poco más fácil de manipular y, por lo tanto, las tecnologías ya han avanzado un poco más allá. En metales hay mucha adopción en la parte de valor añadido, es decir, donde hay piezas únicas que se pueden permitir precios muy altos también, la gente y las empresas en seguida ven que hay un valor en la tecnología 3D. Ahora bien, lo que sí está claro es que, si analizas el mercado 3D general, aún queda mucho recorrido por hacer. Entonces es lo que él decía antes. Si poco a poco se van quitando estas barreras de adopción, pues evidentemente iremos ganando más adeptos en la tecnología, pero aún queda un recorrido amplio porque hay que integrarlo, ya no solo en esa ocasión especial en la que tiene sentido a día de hoy, sino también como algo más normal y estandarizado dentro de una planta de producción, donde los procesos sean automáticos, donde todo el proceso artesanal de la tecnología 3D desaparezca para que sea totalmente equiparable a la manufactura de hoy en día.

Tomàs Megía:

Hay un ejemplo, una paradoja. Con una tecnología parecida en el sector auto, no puedes hacer, por ejemplo, unas llantas de automoción porque no saldría rentable. En cambio, en aeronáutica sí que están haciendo piezas que van ya directamente al avión y se hacen porque ahí el modelo de negocio es diferente. La pieza es carísima, pero luego se rentabiliza por la reducción del petróleo, bueno, del queroseno, del combustible que utiliza, que deja de gastar el avión debido a esa reducción de peso. Está inmadura para un sector, pero está ya madura para otro.

Joan Triadó:

Esto ocurre aquí o es general que actualmente lo que hay son –por lo que veo, lo que percibo y a lo mejor estoy equivocado– centros como el Centre SIM y puede haber otros centros y empresas que se especializan en la impresión, pero pocas empresas tienen

todavía en su sistema productivo, igual que tienen otras líneas de producción, está exclusivamente de impresión 3D. ¿Eso es así o va cambiando?

Felip Fenollosa:

No es que quiera sembrar la desesperanza, pero realmente a la industria de nuestro país a veces le cuesta tomar decisiones estratégicas y somos mucho de corto plazo, de balance del año y de no mirar más allá. Muchas empresas que en nuestro país crean producto y diseñan, ya hace años que trabajan con impresión 3D, pero de forma un poco externalizada. Es decir, he hecho este diseño, que me traigan el prototipo. No me voy a liar yo con equipos. Esto lo hacen fuera. Y eso a los que hacemos prototipos nos podría estar muy bien porque vamos facturando, pero no se trata tampoco de eso, al menos desde nuestro punto de vista como institución.

Lo que vemos es que el trabajo pedagógico, pues, ¡caray!, han pasado 25 años y la casa aún por barrer de hacer esta cultura. Hemos visto un cierto cambio porque, curiosamente, con estas impresoras de bajo coste que han aparecido –que en principio eran para los Fab Labs en el barrio, etc.–, en realidad a nosotros nos está pasando, por ejemplo, que las impresoras Sigma de doble cabezal que producimos –unas 50 a la semana–, pues la mitad y más se van a empresas. Se van a empresas para atender tanto a la oficina técnica, que venga va, ya ponemos algo para irnos atreviendo y lo hacemos desde casa, como incluso para el taller de mantenimiento, que dices: “Tengo mi fresadorita, mi tornito, para hacer mis piezas de recambio de la línea productiva y voy a poner también una impresora 3D, que eso no lo hemos dicho y eso es también un factor curioso de introducción de la impresión 3D en el ámbito empresarial. Esas zonas de la cadena del valor que a veces se olvidan y que sirven de caballo de Troya para la introducción de estas tecnologías y en el fondo acabar de hacer un cambio cultural, porque yo me centraría en esto. El tema de la impresión 3D es un tema de cambio cultural dentro de la empresa que se podría haber hecho más rápido –que en el extranjero se ha hecho más rápido– y que aquí quizás es ahora, gracias a la explosión de un tipo de impresora que parecía no estar destinada a la industria, que están entendiendo que esto les puede aportar ventajas competitivas.

No diré el nombre de la empresa, pero hace ya un año o dos una empresa fabricante de electrodomésticos de aquí, de Catalunya, que tenía nuestras impresoras de sobremesa, en agosto tuvo rotura de *stock* de unas pequeñas piezas, unos pequeños contactores de unos aparatos. Pues cogieron la impresora e hicieron 500 piezas que, evidentemente, fueron montadas en el aparato sin ningún problema. En ese momento uno se plantea si lo que tiene delante es una herramienta de diseño o una herramienta productiva. Necesitamos más casos como este para hacer entender a nuestras empresas que a lo mejor están perdiendo oportunidades de añadir valor a sus productos y salir de la dinámica de sacar costes a las cosas para hacer más. Eso sabemos que todas las empresas que actuaban así, pues ya no están con nosotros.

Joan Triadó:

Porque vuestros clientes, ¿de qué tipo serían?

Víctor Martí:

Bueno, nosotros atacamos un poco... Al final el... Aquí, en España concretamente – estoy de acuerdo contigo–, de primeras a las empresas la adopción se les hace un poco abrumadora porque también a veces la hacen más compleja de lo que en realidad es. Sí que es cierto que si tú quieres realmente mover toda tu producción a un sistema aditivo eso requiere unos cambios empresariales muy grandes a nivel de cadena de suministros, a nivel de gestión de piezas con sistemas informáticos... Pero, claro, eso es cuando haces todo a un extremo y haces el cambio a un extremo. Ahora bien, hay pequeñas cosas cotidianas de mucho valor, como todo el tema de parámetros de test, piezas específicas para un prototipo, que a veces las ignorarías, o lo harías de forma más inconveniente, perdiendo mucho más tiempo porque no tienes el agarre perfecto... Chorradas así que hoy en día la gente si tiene una pequeña herramienta, pues se hacen sus diseños, se hacen sus apaños, se los imprimen, los utilizan y realmente se dan cuenta de todos los beneficios que tienen.

A parte de esto, nuestros clientes hacen de todo. Tenemos gente que está muy focalizada ya y muy claramente visualiza la pieza final, incluso algunos de ellos – tampoco comentaré nombres– ya están pensando en nuevos modelos de negocio, con piezas customizadas una a una para sus clientes. Es decir, un negocio donde realmente la gente pueda seleccionar el tipo de pieza que quiere, que en este caso sería un bien de consumo, y tú como usuario dices: “Quiero esto”. Se te imprime, se te produce y se te entrega, de la misma forma que se daría, por ejemplo, con un libro o con un álbum de fotos en impresión digital.

Ahora, esto es una minoría. Mucha gente sigue viendo la tecnología 3D como la máquina pequeña que sí, muy bien, pero que cuando imprimo algo o intento hacer un vaso y me pierdo porque la tecnología no es adecuada o demás, que esto también es un arma de doble filo, porque por un lado está muy bien que la gente tenga acceso a esta tecnología, por otro lado, a veces desprestigia un poco la impresión de tecnología industrial. La gente se queda con la máquina de 1.000 euros del centro comercial y no sabe que, evidentemente, hay máquinas mucho más potentes y mucho más preparadas. Pero bueno, todo lo que sea poner un pie en estas empresas a través de estas máquinas o de las otras, ayudará al cambio siempre y cuando los mensajes sean los correctos.

Felip Fenollosa:

Sí, es absolutamente correcto. Esto me sirve para matizar lo mismo que he dicho yo. En la vertiente industrial, correcto, es un escalón de entrada incorporar estos equipos, pero son las soluciones industriales las que dan soluciones a la industria y más si ya estamos pensando en eso, en *rapid manufacturing* seriado. Y en prototipaje también. Aún hay un gran camino a recorrer por los equipos industriales en lo que sería atender a las empresas y a sus necesidades de diseño y de materiales. Lo ha dicho antes Tomàs, que más materiales... Ahora, por ejemplo, yo pienso en el gran interés... Otro de los *players* que hay entrantes que es Rico, pues su máquina también basada en polvo, pues ya pueden usar polipropileno, un material escasamente visto en el mundo de la impresión 3D, y esto a los usuarios de automoción les interesa sobremanera. Por tanto, hay camino para recorrer para rato.

Tomàs Megía:

Yo quería romper una lanza en favor de la empresa. Lo que tú dices es evidente. Además, está constatado. Quizás nos cuesta más adaptar. A las empresas les cuesta más tomar la proactividad de subirse al carro de este tipo de tecnologías, pero también hay que entender que es una tecnología que está avanzando muchísimo y a ver cómo te lo planteas cuando dices: “¿Cuánto me gasto y cuándo?” Aquí hay una diferencia. Y otra cosa que decía Víctor muy interesante. ¿Qué va a ser de mi empresa dentro de cinco o diez años? Porque esto me va a transformar. Todavía no tenemos claro o ellos no tienen claro, seguramente, si va a haber un centro de producción ahí al lado donde él podrá enviar y que concentre la inversión en estas tecnologías, en diferentes tecnologías, o la empresa va a tener que incorporar tecnología propia y comprarla. Y este equilibrio supongo que también es un poco el que hace que nos cueste más decidimos a la hora de ponernos en marcha.

Víctor Martí:

Yo creo que eso es clave en acciones como la vuestra en la que daréis acceso a la tecnología a las empresas.

Tomàs Megía:

Sí. Si acaso podríamos hablar después...

Joan Triadó:

No, después no. Yo tengo la siguiente pregunta.

Tomàs Megía:

Si quieres entramos ya...

Joan Triadó:

Porque... ¿Qué hace la Administración al respecto?

Tomàs Megía:

Sí, la Administración detecta todo esto. Gracias a todos ellos, la Administración hace su análisis y además estamos allí muy metidos en todo lo que es la industria 4.0 y esas tecnologías, porque es el camino natural que van a seguir las empresas, la transformación digital, porque la Comisión Europea está insistiendo muchísimo también, porque hay un *high* para arriba, porque no se puede obviar... Entonces tenemos muy claro que la cosa va por aquí y entonces lo que detectamos son estas faltas, estos *gaps*, como por ejemplo qué empresa usuaria se atreve a hacer qué o empieza a incorporar qué tipo de tecnología también. Hay mucho desconocimiento sobre qué tecnología te puede servir. Entonces la Administración aquí lo que está intentando hacer... lo que queremos hacer crear un ecosistema y plantear unos servicios que sirvan para que las empresas usuarias se encuentren con las empresas proveedoras, en este caso, en unas instalaciones con una infraestructura pública en la que podamos tener un centro de excelencia y se pueda encontrar cualquier recurso de tipo de maquinaria, cualquier recurso en cuanto a capacidad, talento... Y se le pueda hacer allí un seguimiento a esta empresa que empieza su camino, en la transformación digital y, sobre todo, en la

adopción de las herramientas 3D. Y esto es lo que pretendemos hacer. Es una iniciativa que se anunció la semana pasada por parte del Govern y la llamamos Global 3D Printing Hub. Básicamente quiere decir esto. Un *hub* es una concentración de todo esto – capacidades, recursos, talento–, que lo vamos a concentrar en un sitio físico al cual vamos a dotar de aquella tecnología más potente de tal manera que permite que allí pasen cosas, que lleguen las empresas proveedoras y también las empresas usuarias. Otro elemento, otro agente que habrá por en medio, que es el integrador de todo esto, que este va a ser muy importante dentro de este mundo, es la transformación. Y, básicamente, la iniciativa esta de Global 3D Printing Hub consiste en esto, en crear un centro de excelencia donde las cosas pasen, donde se encuentren empresas para desarrollar nuevos productos, para mirar cómo hacer de otra manera la producción, y alrededor de este centro, pues tener unos servicios de aceleración de empresas y de inversión, porque va a haber mucha *start-up*, de *mentoring* para acompañar a las empresas y explicarles, lo que decía Víctor: “No, esto no es la pieza que tienes que hacer, sino que tienes que hacer otro tipo de pieza porque tienes posibilidades”. Hay unas capacidades para hacer entrenamiento, para hacer formación... Y también una cosa muy importante, para tener un *showroom* de casos continuos que se pueda ir enseñando, porque a través del ejemplo es cuando cunde. Es cuando las empresas empiezan a adoptarlo. Poner un *showroom* continuo de casos y de proyección de todo lo que se está haciendo. Ese también es uno de los objetivos de este *hub* que estamos planteando.

Joan Triadó:

También investigación. ¿Habrá...?

Tomàs Megía:

Investigación, por supuesto. Lo comentábamos. Ya hay... Yo creo que hay falta. Lo han comentado los compañeros. Falta por investigar, pero investigación más básica de todo esto, seguramente. Y cómo llevar esta investigación a que sea una herramienta, seguramente la mejor. Estas cosas pasan muchas veces porque estás trabajándolo con una empresa demandante, una empresa usuaria, y esa es la que te lleva en muchos casos a hacer esta innovación en un proceso o en material.

Lo que queremos en este centro es que también se pueda desarrollar bastante investigación, desde las empresas que están creando soluciones jugando con las empresas que necesitan estas soluciones.

Joan Triadó:

Desde luego el proyecto es... No, porque ya existen centros que hacen investigación. Se trata de, esta amalgama, conseguir unirla de alguna manera o que vaya en un mismo sentido.

Tomàs Megía:

Sí. Esto es una infraestructura pública. Infraestructura pública quiere decir que es una cosa neutra y abierta. Podríamos poner un símil como puede ser circuitos de Idiada, un sitio que no puede tener todo el mundo. Es una infraestructura con la que todo el mundo

no puede contar, con estos circuitos, con estas pistas diferentes de mojado, de asfaltos, etc. O esos circuitos así tan grandes. Entonces esto tiene que ser algo parecido. Tiene que ser un sitio donde concentre todos esos recursos, de manera que todos los que quieran trabajar puedan entrar haciendo economías de escala. Claro, lo que no pueden hacer es competir con lo que ya está. Tienen que trabajar tanto centros de transferencia tecnológica, como empresas productoras de soluciones, como empresas usuarias de esta tecnología.

Joan Triadó:

Antes ya has hablado un poquito... Ahora cambiamos. ¿Cómo afectará esto al modelo de negocio de las empresas? Porque en la producción ya nos cabe en la cabeza que eso va a ser así, produciendo de una manera muy diferente. Pero en lo que es la ingeniería, en la logística, en la comercialización, ¿afectará en alguna...?

Víctor Martí:

Yo creo que afectará y ya está afectando. Es decir, en el momento que tú hablas con cualquier gran empresa que tenga departamentos de ingeniería, hay un factor común y es que todo el mundo está hablando de 3D Printing, todo el mundo quiere saber cómo le puede sacar rendimiento, todo el mundo intenta saber qué vendrá. Al final los cambios son... La ingeniería tiene que modificarse y adaptarse a las nuevas herramientas que los *softwares* poco a poco –sabemos que tardan algo más de lo que nos gustaría– van incorporando para hacer diseños mucho más complejos, mucho más eficientes. Al final el objeto de diseño tendrá, en el futuro y ahora cada vez más, el fin de dar valor al usuario final que está utilizando, ya sea en el diseño o en el consumo. Porque aquí hay una cosa que es una realidad. Hoy en día, con las tecnologías, en el momento que tú intentas diseñar algo y vas aumentando la complejidad para darle un valor añadido concreto a un cliente, esta complejidad va aumentando, pero llega un punto en el que no puedes aumentar más porque ya está la imposibilidad de fabricarla con métodos tradicionales y entonces es cuando entraría en juego el 3D. Todo esto es una pata de evolución y de cambio entre las empresas, que es el reeducar a estas empresas en el diseño de 3D. ¿Cómo puedo yo, en vez de diseñar cuatro o cinco piezas y ensamblarlas, que tiene un coste de *stocks*, de inventarios, de producción, como a la hora del ensamblaje en sí, de tiempo... cómo puedo diseñarlo de una forma que me pueda ahorrar todo esto y tener una pieza que ya directamente salga lista para imprimir teniendo hasta 80% o 90% de ahorro de costes? Todo esto es una parte.

La otra parte es, evidentemente, todo lo que tiene que ver con la operación logística. Si yo puedo fabricar bajo demanda –y esto ya es un poco más visionario– las piezas que necesito, significa que no tengo porqué fabricarlas, y además a un coste fijo porque es digital, en un país donde tengo que estandarizar para abaratar mano de obra, sino que puedo realmente coger esta producción, llevarla aquí, relocalizarla en el país de origen o donde esté la demanda y, a partir de ahí, fabricar solamente las piezas que realmente necesito. Entonces esto que ahora, imagínate... Todo el tráfico de cadena de suministro que hay desde países asiáticos, americanos o donde sea, hacia España, evidentemente cambiaría. Todos los costes de una empresa a nivel de *stocks*, todo esto también tendría un impacto enorme. Estos son cambios que cada empresa va a tener que ir pensando

y va a tener que ir analizando. Luego, por último, a parte del de diseño, es también todo el tema de satisfacción de cliente o control de estas unidades. Hay una cosa muy importante que la gente tiene que entender –que ya ha pasado en otras industrias y no es muy traumático, pero sí que es importante tenerlo en cuenta– y es que si yo tengo una tecnología que es capaz de hacer piezas únicas, tengo que ser yo capaz también como empresa de traquear estas piezas únicas y dárselas al cliente correcto. Esto hoy en día, por ejemplo, Amazon ya lo hace con los libros. Tú le pides un libro, te lo imprimen en uno de sus *hubs* y te llega directamente a ti recién impreso y sin ningún *stock*. Ellos ya tienen montado el sistema. Ahora bien, las empresas lo tendríamos que hacer, pero las ventajas son tan grandes en los tres ejes que estoy seguro que al final las empresas no tendrán más remedio que, si quieren permanecer siendo competitivas, tendrán que ir adaptando estas cosas.

Joan Triadó:

Este hecho de la relocalización, ¿se ve, se nota o es un mito de algo que pasará, que se cree que pasará? Porque obviamente si todo lo fabricas tú, pues ya no tendrán que fabricarlo fuera. ¿Se nota de alguna manera o no se nota todavía?

Tomàs Megía:

Ahora no, no creo que nadie lo pueda notar en estos momentos, pero sí que parece muy evidente o muy lógico. Luego ya veremos, porque al final nos encontraremos derivadas durante el camino. Pero si la producción se tiene que acercar, se puede acercar, porque lo posibilita esta tecnología, al cliente, al usuario, parece muy lógico que se pueda relocalizar una parte importante de empleo, de ocupación, tanto en la producción como también en el diseño. Estamos hablando también que el diseño se puede hacer también más conjuntamente con el propio cliente. Nosotros creemos que sí.

Felip Fenollosa:

Comparto con él que apreciar ahora que se están relocalizando cosas, encontraríamos ejemplos...

Joan Triadó:

Ya no hablo tanto aquí como, por ejemplo, en Europa, en algún país europeo en que se haya constatado este tipo de fenómeno.

Felip Fenollosa:

Yo lo que diría es que hay países europeos que han conseguido mantener un nivel de... No perderlo. Y ha sido en base a cosas como esta. En base a una muy buena política de añadir valor al producto, seguramente también de incorporar la fabricación aditiva como un *mix* más del menú para evitar la deslocalización y aquí también lo encontramos. Para nosotros son un indicador los servicios que hacemos de prototipado, sean de fresado o de impresión 3D que te das cuenta de fabricantes de maquinaria que incluso se habían llevado trabajo afuera y vuelven. Podríamos tener muy buenas referencias aquí, de personas del CEQUIP, de lo que sería el clúster de equipos industriales, que nos contarían cosas como estas.

Joan Triadó:

¿Es previsible que la fabricación aditiva utilice además otras tecnologías, es decir, que incorpore, por ejemplo, la IoT o visión artificial o algún sistema... o robótica? Porque ahora tú ves las máquinas y no le ves el robot al lado montando y desmontando. ¿Es previsible que esto ocurra o no ocurra? Sí, quizá más lo que es la conexión. Eso sí que se entiende más, que será fácilmente... No sé si ya ocurre de forma masiva. ¿En vuestros equipos ya tenéis previsiones de conexión?

Víctor Martí:

Sí. De hecho, nuestros equipos, una de las cosas que tenemos es que son equipos que han de estar conectados para todo lo que es el tema de optimización de sus servicios, porque al final sabemos que si van a ser elementos de producción tienen que estar siempre funcionando. Nadie quiere que se le estropee la línea. Entonces, la mejor forma de hacer un buen servicio es dar una especie de telemetría preventiva, como en Fórmula 1, por decirlo así, en que el coche va por la pista y se van analizando parámetros para prevenir potenciales fallos y actuar sobre ellos antes de que sucedan. Esto es claramente uno de los primeros pasos, pero no es el único, en los que en este caso HP está convencido de que es el camino correcto.

Al final yo creo que parte de la industria 4.0 es el IoT y todo lo que es la planta y la línea conectada, monitorizada, y actuando y autocorrigiéndose ella misma. Las tecnologías 3D tienen que ir también en esa dirección, si no nos quedaríamos descolgados.

Felip Fenollosa:

Aquí estamos en un punto también en que la partición entre máquina pequeña y máquina industrial... También aquí podríamos diferenciarlas. En la máquina pequeña puede ser muy apto que pueda haber una conexión directa de la misma manera que hoy día existen *hubs* de impresión 3D, en el sentido de página web, que agrupan a todo el mundo que tiene una impresora. La pueden colgar allí y pedirle como si fuera un servicio de barrio de buscar qué impresora tienes más cercana. Eso uno se da cuenta que podría llegar a la impresora colgada a Internet, que tú le mandases un trabajo sencillito y que te imprimiera un objeto.

En un equipo industrial de gran capacidad, el control de lo que sería la oficina técnica sobre la ejecución de esos trabajos francamente aún necesita de ese control directo. Y se está haciendo. Grandes empresas que han transformado su modelo de negocio en tener un parque de impresoras 3D industriales, que las hay –nuevamente no citaremos nombres, pero las hay–, todo lo que tienen organizado para gestionar esa producción en línea es espectacular. Es llevar la IoT al máximo.

Tomàs Megía:

Sí. De hecho, la maquinaria es muy inteligente, está muy conectada y está totalmente enlazada con lo que es el concepto de fábrica del futuro, fábrica avanzada, porque ya estamos en el futuro ese. Esta máquina, cuando sale el producto, seguramente puede tomar decisiones, porque hay un proceso de control de calidad inmediatamente y luego hay una serie de robótica para hacer cosas con ese producto. Yo creo que eso es

indivisible, el 3D con todo lo que es el concepto de industria 4.0, IoT, sensórica, robótica...

Joan Triadó:

¿Hay algún tipo de material que la gente piense que debería estar en 3D, pero todavía no hay manera? ¿Hay algún futuro material...? Mejora seguro. Ya se entiende que... Hablábamos antes de los metales y de cerámicas y de vidrios, ¿pero hay alguno que sea común a... que quede una espinita clavada que no hay manera de conseguir?

Felip Fenollosa:

Vasos sanguíneos viables. Ese es otro aspecto, evidentemente, todo lo que sería la construcción de órganos, de replicar órganos humanos. Todo el tema de red de alimentación, neuronal, etcétera, pues es todo un desafío. Hay investigaciones muy majas en marcha para hacerlo viable, por ejemplo. Pero, evidentemente, me acabo de apartar de lo... del metal, de la industria de hacer piezas.

Joan Triadó:

Al final todo es industria.

Felip Fenollosa:

Correcto.

Víctor Martí:

Yo creo que, al final, la pregunta va muy ligada a con qué ventajas. Es decir, ¿hay algún material que falte y qué aportaría extra? En el caso médico es muy obvio. No hay comparable. De tenerlo o no tenerlo es 1 o 0, no es binario. Entonces en este caso el valor sería increíble. Si miramos cosas quizás más de dónde están las tecnologías 3D, el cual podría ser el siguiente paso, aquí hay demanda para mucho. Nosotros estamos comparando, por ejemplo –y me pongo el sombrero otra vez del termoplástico, porque para mí es el más fácil en esta pregunta que es un poco técnica– la industria de la inyección con la industria del 3D. La industria de la inyección lleva años de evolución, donde se hacen una serie de materiales con compuestos, es decir que la industria del 3D aún no está ahí. La tiene como aspiración, evidentemente, pero aún no ha llegado. Entonces, ¿cuál será el siguiente material que digas: “Este es el que va a hacer que realmente se mueva la aguja”? Yo creo que hoy día nadie lo tiene claro, sinceramente, pero nosotros como empresa lo que hemos optado, en este caso, es hacer lo que llamamos una plataforma abierta. Es una de las grandes diferenciadoras de una máquina de HP versus de las demás. Como sabemos que es imposible predecir cuáles van a ser los metales y cómo va a evolucionar la industria en este aspecto de materiales, ya que el producto final va asociado a la variabilidad del material, HP decidió cambiar drásticamente y decir: “Quien quiera puede diseñar materiales que funcionen con nuestra tecnología y luego los podrán vender, distribuir y sacar su rendimiento como empresa creadora del material. Nosotros les daremos acceso a nuestro parque de base instalado de nuestros clientes que, si quieren comprar, podrán comprar.” Y esto es un poco como tú dices. La pregunta está en el aire. ¿Cuál va a ser el siguiente material o

qué material falta? Como no hay respuesta, pues que el cliente y el consumo sea el que decida cuál va a ser el siguiente material. Nosotros vamos a poner todas nuestras facilidades para democratizar al máximo el conocimiento de 3D, porque estamos convencidos de que, al final, lo que hay que hacer es eliminar barreras de adopción. Este creemos que es un pilar muy importante.

Felip Fenollosa:

Yo, para mojarme un poco y sin entrar en la frontera de la confidencialidad de vida que tengo, pues todos estamos de acuerdo en que un vector muy importante es la transformación del modelo energético, no ya de nuestro país sino a nivel mundial. Esta transformación pasa por una cosa que se llama “motores eléctricos”, que además tienen cierto protagonismo en la revista que hoy nos acoge y, por tanto, quiero hablar del cobre. Y lo dejo aquí.

Tomàs Megía:

En materiales transparentes, hay un reto importante, pero no sé si...

Víctor Martí:

Sí. Materiales transparentes es un proyecto importante que tendría también mucho peso. Es la generación de lentes en 3D.

Tomàs Megía:

Sí, ahora se están haciendo las monturas, pero entiendo que luego el cristal, el vidrio, plásticos transparentes... ¿Puedes hablar o...?

Felip Fenollosa:

Sí, sí. Me estoy haciendo el interesante.

En material transparente, lo poco que hay es con tecnología de inyección de resina. Consigues materiales transparentes, pero son resinas que te aguantan 60-70 grados, no esterilizables. Nosotros nos encontramos con algún problema, porque para hacer prototipos para ensayo médico que pueden entrar en quirófano –y hablo de prototipos cuyo material transparente es como un órgano para que puedas ver dentro los nodos tumorales, y a partir de aquí hacer ya la pedagogía antes de la operación de ensayo– necesitas un material transparente, blando, que aguante procesos de esterilización. Cosas como estas son difíciles ahora. Nos encontramos que tenemos que hacer moldeo. Por ejemplo, el otro día estábamos imprimiendo un hígado. Este hígado hace una especie de carcasa pura hecha en hilo de plástico y ahí verter silicona, y hacer una especie de ingeniería inversa de molde, pero que como paso intermedio has utilizado la impresión 3D. Todo eso se está cocinando.

Víctor Martí:

No sé si quizás tú estarás de acuerdo que, al final, da la sensación que en el mundo del 3D, no hay ninguna tecnología predominante o que sea capaz de servir todos los frentes. La que tiene calidad de superficie, no tiene durabilidad de material. La que tiene durabilidad de material, no tiene calidad de superficie. Yo creo que aquí está un poco el

reto del 3D en general y es conseguir buscar tecnologías más uniformes o que sean capaces de tener las mismas bondades en todas las direcciones. Y eso es lo que yo creo que facilitará más una dirección clara. Ahora mismo la tecnología avanza un poco por su rama. La que tiene capacidad de superficie tiene la capacidad de ahondar más en materiales transparentes. La que no la tiene, tiene que buscarse otra rama. Al final para mí el gran reto del 3D es este. De todas las tecnologías que hay, ¿cómo podemos combinar todos los beneficios que dan e intentar estandarizar? Al final, para avanzar necesitamos estándares.

Joan Triadó:

Hay otra... Bueno, los materiales son una limitación que se va superando, pero se seguirá teniendo. Hay otra que es la velocidad, que vosotros desde HP habéis dado un saltito. Pero es realmente... Cuando se venza de alguna manera este límite, ¿se piensa que eso va a ser un lanzamiento de toda la tecnología de forma importante?

Tomàs Megía:

Yo estoy convencido.

Joan Triadó:

¿Se vislumbra algún tipo de solución para este tipo de problemas, que es el de la velocidad? Todos los problemas, en general, son lentos. ¿Se vislumbra alguien que de con la solución?

Felip Fenollosa:

A mí me gustaría pensar que aún tenemos cosas por ver. Hay unos cuantos *players* que se están aún guardando las cartas haciendo nueva tecnología. En su día fue Hewlett Packard quien enseñó las cartas y todos dijimos: “¡Caray! Esto lo entendemos y es un salto”. Quizá habrá algún *player* más enseñando sus cartas.

Mientras tanto lo que vemos son parches, mejoras, que son interesantes, pero que mantienen la velocidad a un nivel que, como decimos, nos gustaría que fuera mucha más.

Víctor Martí:

Yo aquí sí que me gustaría hacer autoanálisis, en el sentido de que sí que es cierto que comparado con otras tecnologías 3D o la mayoría de ellas, HP ha dado un salto sustancial en cuanto a velocidad de producción. Ahora, comparado con tecnologías tradicionales que, al final, es el mercado que queremos arrebatar, aún estamos lejos. Queda mucho camino.

Desde nuestro punto, como tú dices, creemos que habrá sorpresas. Las cosas que no se saben son las interesantes de ver hacia dónde evolucionan. Por nuestra parte, la tecnología que hemos desarrollado es una tecnología que tiene potencial y, de hecho, es una tecnología que es la misma base que utilizamos para el 2D, que cada 18 meses dobla su capacidad de producción. Se decidió pivotar entorno a esta tecnología y no buscar cosas nuevas.

También es cierto que todo lo que es la gestión térmica de un producto de estas características es compleja. A veces tú tendrías la capacidad de poder ejecutar las capas más rápido, pero si los procesos térmicos no pasan al tiempo adecuado, la calidad de la pieza tampoco serviría. Dicho esto, hay esperanza, evidentemente. Hay muchos proyectos que están mirando de aumentar la productividad y, como él dice, –porque al final aquí el objetivo es hacer crecer la industria, no solamente que un *player* tenga el control, sino que todo el mundo adopte la tecnología 3D– espero que haya tecnologías con nuevas capacidades que vayan surgiendo poco a poco.

Felip Fenollosa:

En el sentido de la velocidad y hablando de otro sector, que es el de la impresora de sobremesa, nos encontramos que esto para la gente de a pie que tiene una impresora, pues también es una prioridad. Ahora nos ha pasado con la gama de impresoras de doble cabezal, que la gente se interesa también por tener un juego de cabezales, pues uno de plástico gordo que haga el relleno rápido y que el otro cabezal sea de 0,2-0,3 mm y que haga unos perfiles exteriores perfectos. Así multiplican la velocidad por cuatro de un producto que es de sobremesa.

Víctor Martí:

Has dicho algo muy importante y es que la productividad sola no sirve. Ha de ser productividad más mantener la calidad, mantener las sustituciones mecánicas... Sé que es evidente, pero hay que remarcarlo porque, al final, es lo que nos une a hacer *tradeoffs*.

Tomàs Megía:

El doblar cada 18 meses es una gran esperanza. Solo eso. Yo creo que en investigación...

Víctor Martí:

El cabezal. Luego hay toda la máquina alrededor.

Tomàs Megía:

Yo estoy convencido de que va a ir... No sé cuándo ni cómo, pero como ha pasado en casi todas las tecnologías, hay mucho talento metido y mucha investigación. La investigación básica también es muy importante en esto porque seguramente se va a encontrar algo rupturista que digas: “Esto cambia la forma de fundir, de quemar, de hacer la pieza”. Va a pasar y en cuanto pase, o mientras vaya pasando, casi lo más importante es el tiempo, tanto para diseño, acortar plazos, poder prescindir de moldes, poder hacer un diseño sin tener que contratar la fabricación de un molde o un artesano que lo haga casi a mano prototipo, hasta cada vez hacer series más largas porque te lo permite el factor tiempo. Eso es lo que a la empresa le hace daño. Va a su cuenta de resultados y si reduzco tiempo, puedo hacerlo de una manera o no. Como lo otro estoy convencido de que va a pasar, no sé a qué ritmo, pero está pasando, esto también va a pasar seguro.

Joan Triadó:

Hay otra cosa que puede pasar, que es que alguien tenga una máquina, un equipo de mantenimiento, y que en lugar de pedir las piezas de recambio se las fabrique él mismo. Esto tendrá consecuencias sobre la propiedad, ¿no? Legales. ¿Está recogido en algún sitio esta posibilidad o habrá que legislar para que las personas que fabriquen recambios tengan que pagar al que ha hecho las piezas por su propiedad intelectual?

Felip Fenollosa:

Es todo un reto y aquí deberíamos ser abogados y no ingenieros como somos. Yo imagino que alguien que... Hablaré en tercera persona. Tengo un amigo al que se le rompió el asa de la nevera y se la ha impreso. No ha montado ningún negocio de asas, pero eso lo ha hecho. Tengo la impresión de que esto lo vamos a ver mucho, pero que de ahí llegue al nivel de que alguien monta un negocio de recambios con piezas de propiedad industrial de otro, no. Tenemos todo el camino recorrido con la propiedad intelectual de música y de texto y allí sencillamente entran los objetos y van a entrar con las mismas reglas de lo que nos hemos encontrado. Por tanto, yo en este aspecto estaría tranquilo hasta cierto punto porque sí que es cierto que un fichero 3D de toda la vida es pirateable y que, por tanto, este trabajo de ingeniería que hemos dicho antes tan denso en pensar una pieza y hacerla aligerada y tal, eso es más fácilmente robable.

Víctor Martí:

Totalmente de acuerdo contigo. Además, me gustaría añadir que, para mí, el rol de las empresas cómo hagan esa gestión de la propiedad intelectual, también es importante. Es una realidad que no se va a poder escapar. Al final tú tienes un archivo y un archivo digital siempre es más tentador que no tenerlo. Como ha pasado con la música, como bien has dicho, si las empresas ponen medios para que las personas tengan acceso a estos diseños y, evidentemente, a un beneficio, y ponen facilidades, está demostrado también que desde que en la música hay productores web con los derechos legales, de pago, con cuotas mensuales, la gente no piratea tanto como pirateaba, porque al final también valoran el servicio, valoran la comodidad y valoran el hecho de que sea un objeto original. Saben que va a funcionar bien y que tendrá unas garantías. Ahora bien, si las empresas toman el papel de "no, yo esto no lo comparto y no voy a repensar ningún nuevo modelo de negocio ni nada", pues estarán yendo un poco en contra de su propio interés.

Joan Triadó:

¿Requiere algún talento especial la gente que trabaja en fabricación aditiva? ¿Qué perfil de recursos humanos se necesita? ¿Qué tipo de gente trabaja en...?

Felip Fenollosa:

La verdad es que recuerdo en los años noventa que era el mismo perfil que... Si hablamos del mundo técnico, estamos en lo mismo. Gente que sea nativa digital, ya lo decimos así, que sepa y aprenda a modelar en 3D, y sobre todo que sea muy imaginativa, porque tiene ante sus manos una herramienta, que si no es imaginativa no

sé para qué la quiere. Para hacer cuatro cubos y dos cilindros no lo va a aprovechar. Incluso le va a salir más caro que no lo contrario.

Yo casi diría que lo más importante es el nivel gerencial, que es el que debe entender que tiene que transformar su empresa de un modelo de productos a un modelo de servicios, como está pasando a todos los niveles. Confiar en que tu valor es el producto y no el servicio que das a tu cliente y que la impresión 3D es un arma para adaptarte muy bien, muy rápido, ser muy flexible, ser el que da la solución a tu cliente, eso es más para gerencia que para los ingenieros, que nos divertiremos mucho con las máquinas, con las impresoras y eso va a ser así toda la vida.

Víctor Martí:

Yo todo lo que tenga botones... Sí, totalmente. Al final, como bien has dicho tú, es un tema de decir: "Muy bien. Si los gerentes hacen el cambio, cualquier persona con ganas de innovar, con ganas de aprender y con ganas de formar parte de este nuevo cambio, puede encontrar una línea de formación, ya sea en la línea más operativa de máquinas, en la línea más de diseño, en la línea más de gestión de nuevos negocios..." Yo creo que también habrá una nueva oferta con la democratización de poder generar un producto sin tener que pasar por los grandes costes de un método tradicional, en los que tienes que hacer los costes por avanzado debido a los moldes y demás. Yo creo que vamos a necesitar perfiles de todo.

Felip Fenollosa:

En eso yo creo que podemos decir aquí que somos todos un modelo de éxito en cuanto a formación y –¡qué caray!– los estudiantes de nuestra universidad que a lo mejor han hecho un periodo de prácticas en nuestro instituto tecnológico están hoy día trabajando en HP haciendo un producto que va a ser líder mundial. Eso es una realidad.

Joan Triadó:

Un último aspecto. Aspectos medioambientales. ¿Mejoran claramente los aspectos medioambientales en la empresa, es decir, la generación de residuos, el tipo de residuos, o no?

Tomàs Megía:

Yo no entro en los residuos. Ellos seguramente lo harán, pero lo que sí se mejora o se reduce mucho es la logística. Ese sí que es un componente a tener en cuenta a nivel de toneladas de CO² y de contaminantes que se puedan ahorrar.

Felip Fenollosa:

Hay el aspecto anecdótico de que haciendo trabajar una máquina, solo gastas el material que necesitas, de que los prototipos te piden material si ha sobrado, se reciclan y se vuelve a aprovechar... Eso está muy bien, pero el gran salto va a ser en la producción. En el hecho de que seamos capaces solo de fabricar lo que se pida y de que no haya *stocks* inútiles de material, que además logísticamente sean tratados de aquí para allá, etc.

Yo siempre pongo el ejemplo de que llegáramos al quiosco y que no tuviera ahí toda la exhibición comercial que tiene. O sí, que viéramos un ejemplar de cada, pero como hablabas tú de los libros de Amazon, pues se produjera allí al instante. Con esto está todo dicho.

Víctor Martí:

No puedo añadir nada más ya.

Joan Triadó:

No sé si podríais destacar algún libro o alguna revista que os haya... que creáis que sea destacable por su contenido respecto a este mundo de la fabricación aditiva. ¿Alguna revista que sea referencia mundial?

Felip Fenollosa:

De libro que pueda ilustrar un poco lo que es el mar de fondo es el de Chris Anderson, *Makers*, en que ilustra cómo se cambian los modelos de negocio. Como eso del inventor que tiene una idea, que está dentro de la empresa, que la empresa vive de eso y tal, hoy día está tan transformado. Ese creo que es un buen libro a recomendar. De revistas, evidentemente, hay muchas. Estar al tanto con TCT es obligatorio, pero así libro de fondo para recomendar a alguien con formación gerencial, que es a quien quisiera llegar precisamente, es el de Chris Anderson, *Makers*.

Víctor Martí:

Estoy de acuerdo.

Tomàs Megía:

Leer, desafortunadamente, últimamente no leo. Sí que bebo mucho de fuentes de internet. Entonces hay mucha información muy interesante. No solo se habla del aspecto tecnológico, sino que puedes encontrar mucho artículo y mucho caso orientado más al modelo de negocio, que es donde realmente yo creo que hace falta incidir. Porque la tecnología vendrá arrastrada cuando la decisión se tome.

Joan Triadó:

Bueno, vamos a cerrar ya el debate. No sé si os queda algo que queráis decir. Sería interesante porque es ahora o nunca.

Víctor Martí:

Bueno, sencillamente, primero agradeceremos la oportunidad de estar aquí y, segundo, que creo que una cosa con la que estaremos de acuerdo todos es que la labor más importante ahora mismo es la evangelización y hacer que todo el mundo llegue a entender un poco el cómo la tecnología 3D o la *additive manufacturing* o el *smart factory* es algo que viene hacia nosotras a velocidad de tren y que, o lo saltamos y lo bordamos, o tendremos problemas. Si podemos contribuir poco a poco a dar conocimiento a la gente de qué pueden hacer ellos en sus empresas, en su día a día, yo ya estoy contento.

Tomàs Megía:

Desde la Administración, en este caso, con este proyecto que hemos lanzado, lo que buscamos es que se cree ecosistema. Creo que es muy interesante y necesario porque tenemos activos muy potentes, aquí en la mesa hay ejemplos, pero tenemos que ir a más. Es una gran oportunidad en dos aspectos. Una en liderar o acelerar la adopción de estas tecnologías por parte de la empresa de la industria, que aquí tenemos muchísima, gracias a Dios, como componente industrial las empresas que podrán usar esa tecnología. Digamos que tenemos las dos vertientes. La oferta y la demanda la tenemos muy bien cubierta. Entonces tenemos una gran oportunidad para liderar también, a nivel europeo seguro, a nivel mundial ya veremos, con estos *partners* y estos activos que tenemos aquí, de liderar lo que es el negocio este de impresión 3D aplicado a la industria. Y, en este sentido, el Global 3D Printing Hub que estamos lanzando, lo que pretende es eso: crear un sitio donde esto ocurra y que podamos estar hablando dentro de unos años de algo que es mucho más potente y que nos hemos comido parte del pastel que está generando.

Felip Fenollosa:

Yo para cerrar también y aquí apelo a mi faceta de profesor, es que la impresión 3D nos da un arma respecto al tejido industrial que difícilmente se da en otras áreas, que es la ilusión. Esto de poder hacer una visita, por ejemplo, a jóvenes y enseñarles todos estos objetos impresos de la última película de alguna *major* y estimularlos a que el conocimiento técnico, la ingeniería puede ser divertida, eso no nos pasaba mucho. Nosotros habíamos tenido visitas de directores de escuelas industriales y de formación profesional que cerraban líneas de diseño de maquinaria, de automoción, etc. Mientras había muchas otras profesiones, que tampoco quiero menospreciar, pero que desde el punto de vista de industria diría que hemos pasado unos años de suicidio de país en cuanto a vocaciones técnicas.

Desde este punto de vista, la impresión 3D es divertida y permite toda esta parte de hacer piezas, en la cual hay un estímulo de decir: "Oye, esto me gusta". En este sentido, os traigo un regalo para *Info PLC*, tan tonto como esto. Un barquito hecho en dos colores en una impresora que es barata y se puede hacer. El diseño CAD es sencillo y que son de los diseños virales que incluso corren. Pues ya está. Se trata de eso. Me lo encuentro como profesor. Cuando se aprende es cuando hay ilusión detrás.

Joan Triadó:

Muchas gracias. Pues bien, cerramos la mesa redonda sobre fabricación aditiva, agradeciendo la presencia de Felip Fenollosa, director general de la Fundació CIM de la Universitat Politècnica de Catalunya, Víctor Martí, que es Go-to-market manager de HP, y a Tomàs Megía, coordinador de la iniciativa Global 3D Printing Hub.

Y también agradecer a *Info PLC* el haber hecho posible esta mesa redonda. Y también agradecer, como no, al personal técnico. En este caso Inma Alcario, que ha hecho el trabajo técnico, es la que nos ha estado grabando, y a Constanza Saavedra, que ha organizado todo esto. Y la presencia también de Laura Tramosa en este espacio.

Pues muchas gracias a todos los que nos están viendo y escuchando. Mi nombre, os lo repito otra vez: Joan Triadó. Muchas gracias por haber seguido esta mesa redonda.