

PALABRAS CLAVE | FABRICACIÓN DIGITAL · DISEÑO · COLABORACIÓN · TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN · POLÍTICAS PÚBLICAS

KEYWORDS | DIGITAL MANUFACTURING · DESIGN · COLLABORATION · INFORMATION TECHNOLOGY · PUBLIC POLICY

Design and manufacture  
for 2030: competing within  
globalization 3.0

#### | RESUMEN |

El dinámico escenario en el campo de la manufactura está siendo inducido no solo por directos avances en tecnología de fabricación, sino que también por el desarrollo y maduración de plataformas colaborativas globales como las redes sociales y el *e-business*. El presente artículo indaga en esas plataformas con el objetivo de aventurar un set de competencias básicas para enfrentar los posibles desafíos de diseño y fabricación para el año 2030. El estudio ha sido enfocado en tres factores de desarrollo: tecnologías de la información, políticas públicas que favorecen el mundo productivo y las comunidades productivas o «makers». Posteriormente, los factores estudiados son racionalizados en una lista de competencias, las cuales son elucidadas y orientadas hacia nuevos desafíos en la sección final de este escrito.

#### | ABSTRACT |

The dynamic scenario in the field of manufacturing is being induced not only by direct advances in the manufacturing technology, but also in the development and maturation of global collaborative platforms such as social networking and *e-business*. This article explores these platforms in order to venture a basic set of competences to face the possible design and manufacturing challenges for 2030. The study was focused on three factors of development: information technology, public policies that favour the productive world, and productive communities or «makers». Subsequently, the factors studied are rationalized in a list of competences, which are elucidated and aimed at new challenges described further on at the end of this article.

FRANCISCO VALDÉS\*

## Diseño y manufactura para el 2030: compitiendo en la globalización 3.0

Concebir un escenario futuro que nos ayude a entender las competencias necesarias para enfrentar el mundo del diseño y manufactura en el año 2030 requiere un cabal entendimiento de su estado actual y sus posibles direcciones de cambio. En el contexto de la Globalización 3.0 planteado por Thomas Friedman en *THE WORLD IS FLAT* (21), donde las empresas dedicadas al diseño y manufactura operarán el año 2030, existen dos tipos de factores primordiales que pueden ayudarnos a construir un punto de vista informado sobre este asunto. Estos son, factores tecnológicos y factores socioeconómicos. En este artículo, analizaremos estos componentes y sus principales alcances para luego aventurar el perfil de un fabricante para el año 2030.

En el contexto tecnológico de los últimos años, el desarrollo de herramientas para el diseño, manufactura y colaboración *on-line* ha sido exponencial. Aquí, es importante distinguir tres fuentes fundamentales de cambio: primero, las capacidades que están siendo desarrolladas en esferas académicas e industriales; segundo cuáles son las nuevas tecnologías que las compañías del mundo de la producción han adoptado como estándares; y finalmente, cuáles

son los factores y necesidades que han llevado al desarrollo de estas nuevas tecnologías de producción.

En el contexto socioeconómico y político, es necesario tener una mirada crítica sobre las nuevas políticas implementadas por el gobierno local o sobre aquellas que se gestan para ser aplicadas en un contexto global. Así, es fundamental saber qué grupos u organizaciones están monitoreando la salud de la manufactura global y cuáles han sido las necesidades que se han identificado de aquí a veinte años. De la misma manera, qué responsabilidades y regulaciones le han sido otorgadas a la propiedad intelectual en el nuevo contexto del *web-enabled business and trade* y qué nuevas formas de competencia están emergiendo en este mercado de desarrollo global.

El entorno de desarrollo en el cual se forja el concepto de globalización 3.0 de Friedman (21), plantea también muchas interrogantes respecto de nuevas tecnologías de colaboración, plataformas de acceso y distribución del trabajo en el contexto del *e-business*<sup>[1]</sup>. En este escenario, nuestra primera inquietud es saber si existen experiencias exitosas al respecto.

\* Digital Design and Fabrication Ph.D. Student, School of Architecture, Georgia Institute of Technology, Atlanta GA Systems Architectures, Section 313, NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena CA.

[1] Negocios basados en plataformas web.

O también, será importante distinguir los problemas que han sido identificados para conducir negocios en este nuevo paradigma global.

Todas las preguntas presentadas anteriormente merecen su propio estudio para ser reveladas. Sin embargo, en este artículo, una primera mirada al estado del arte sobre nuevos paradigmas de manufactura, tecnologías de información (IT) y ambiente colaborativo nos darán nuestra primera especulación para definir el perfil y las competencias de un «hacedor» en el contexto de la Globalización 3.0 en el año 2030.

## DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO Y MANUFACTURA

Analizar editoriales académicas y las últimas presentaciones en conferencias en el área del diseño y manufactura (D&M) nos revela un número importante de líneas de desarrollo basadas en tecnología de la información que se reconocen como relevantes para una empresa D&M del futuro. Las líneas de desarrollo más importantes, definidas a continuación, son: incremento de interoperabilidad entre diferentes dominios del conocimiento; incremento de la adaptabilidad de las tecnologías de información dedicadas al D&M: *web-enabled* producción y monitoreo remotos; y por último, el desarrollo de *CAD-augmented* técnicas aditivas, no tradicionales de manufactura.

- El impulso de interoperabilidad entre varias diferentes áreas del conocimiento está siendo potenciado a través del desarrollo de mutua consistencia entre modelos computacionales (1-3). Por ejemplo, geometría CAD<sup>[2]</sup> e información sobre ensambles tiene que ser presentada en distintos formatos, los cuales deben ser «parseables» para facilitar transferencias entre aplicaciones heterogéneas.

- Aumento de la capacidad de adaptación de los sistemas computacionales de Inteligencia artificial y herramientas de diseño (4-6). La creciente complejidad en los requisitos de diseño y la arquitectura de sistemas, generan la necesidad de herramientas que pueden capturar automáticamente principios generales de diseño. Por ejemplo, representación espacial, jerarquía de componentes, iteración de cambios y heurística desde múltiples disciplinas para una utilidad robusta y perdurable.
- *Web-enabled* producción y control remotos (7) permitiría a las empresas el poder controlar las operaciones en instalaciones distantes a través de Internet, proporcionando flexibilidad y ampliando el poder de producción a usuarios no locales.
- *CAD-augmented* aditivo y fabricación no tradicional para utilizar nuevos espacios de diseño y reducir los desperdicios asociados con la fabricación sustractiva tradicional (8-10).

## DESARROLLO DE POLÍTICAS GUBERNAMENTALES PARA LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA EN LOS EE.UU.

El reciente anuncio de la Casa Blanca de los EE.UU. sobre la iniciativa Alianza de Fabricación Avanzada (11), que forma parte del Plan Estratégico Nacional de Manufactura Avanzada (12), tiene como objetivo inducir un «renacimiento» en el sector manufacturero estadounidense. Teniendo en cuenta este debate sobre la contingencia política en temas de manufactura, podemos establecer otro set de condicionantes para el escenario de diseño y producción del año 2030:

- Redes nacionales, bien organizadas y abiertas, para la conexión de las empresas y particulares a través de las cadenas de suministro que permitan alianzas dinámicas y oportunistas.
- Sólidas comunidades de innovación *open-source*. Repositorios de competencias y *expertise* de nivel nacional que puedan ser aprovechadas por las empresas que deseen

*crowdsourcing* para la innovación y el desarrollo.

- Renovación de redes de transporte para vehículos autónomos de apoyo. Nuevas infraestructuras de transporte autónomo podría aumentar la eficiencia de la cadena de suministro mediante la reducción de los desechos humanos asociados con vehículos operados.
- Bases de datos actualizadas sobre conocimientos de fabricación. Compartir conocimientos técnicos dentro de las cadenas de suministro, e incluso entre competidores de una misma área, pueden fomentar una innovación más rápida y continua. Los principales beneficiarios son las pequeñas/medianas empresas que «con frecuencia están por debajo en la adopción de nuevas tecnologías». Esto ayudaría a nivelar el campo de juego con las grandes empresas del sector.

## DESARROLLO DE COMUNIDADES «MAKERS»

Un sector productivo, cada día más importante, que aún no ha sido incluido en este perfilamiento del mundo de la manufactura en el año 2030 es el creciente movimiento de aficionados, a escala de producción de prototipos, llamados «makers». El movimiento de los *makers* ha sido facultado por robustos y colaborativos sistemas de conectividad a Internet y por los sistemas flexibles y asequibles de fabricación aditiva. Convergiendo en este tercer dominio, podemos incluir los siguientes factores:

- Repositorios *Wiki-based* de diseño para apoyar la innovación de código abierto (13-17). Las comunidades en línea pueden colaborar para identificar y atender las necesidades o compartir y mejorar las soluciones. Por ejemplo, modelos CAD de acceso abierto pueden ser utilizados directamente para la fabricación de componentes finales utilizando técnicas de fabricación aditiva.
- Fácil acceso a aplicaciones CAD / CAM<sup>[3]</sup> / CAE<sup>[4]</sup> alojadas en servidores *web*. El

<sup>[2]</sup> Computer Aided Design.

acceso a herramientas técnicas puede aumentar la competitividad de los individuos beneficiando a las empresas a través del *crowdsourcing*<sup>[5]</sup>.

- *Computer-based* distribución de trabajo a través de la identificación de la adecuada modularidad y granularidad del proyecto y a través del uso de herramientas de integración. El apropiado *software* para «distribuir integradamente» (18) el diseño de la fabricación puede permitir rápidas iteraciones de concepto-a-producto, incrementando la eficiencia en los ciclos de paralelización de trabajo.
- Fabricación con alta customización en un escenario de economía de escala totalmente abolida (19, 20). La competencia con la fábrica y producción en masa tradicional será desalojada por la manufactura *custom*<sup>[6]</sup>, de bajo volumen y de bajo costo de personalización. En este escenario, la producción será distribuida más cerca del usuario final, donde un importante efecto será la obtención de un *feedback* más rápido debido a la cercanía y descentralización.

### RACIONALIZACIÓN DE COMPETENCIAS PARA ENFRENTAR LOS ESCENARIOS PRODUCTIVOS DEL AÑO 2030

Como ha sido presentado anteriormente, el rápido crecimiento de nuevas metodologías de gestión de conocimiento e información durante el ciclo de vida de los productos es un factor importante que cambiará el mundo de la fabricación. Estos nuevos sistemas, que son capaces de operar en un entorno multidisciplinar, complejo y distribuido geográficamente, son el pilar de la ingeniería de sistemas basada en modelos (MBSE), de la ingeniería basada en conocimiento (KBE) y de *Building Information Modeling* (BIM) empleado

en construcción. El objetivo principal de estas tecnologías es la automatización de todos los procesos del ciclo de vida del producto en desarrollo, lo que lleva a una reducción de tiempo y costos y a la mejora de la calidad total de lo que se produce. Además, estas nuevas metodologías promueven la captura de conocimiento y expertise de los procesos para su posterior reutilización, la captura de conocimiento de los expertos de áreas específicas, y proporcionan una estructura para nuevas metodologías de desarrollo. Todo lo anterior, se ve favorecido por el aumento de nuevas plataformas de comunicación y la madurez de las modernas redes *Web-based* que incrementan la interoperabilidad entre heterogéneas herramientas y áreas del conocimiento.

Basada en los alcances que han sido expuestos en este documento, la siguiente lista presenta las competencias propuestas para ingenieros y diseñadores para el año 2030:

- Capacidad de aplicar un método sistemático de diseño.
- Capacidad para comprender el contexto en el desarrollo de productos. Los diseñadores no pueden permitirse más ignorancia respecto de los cambios globales en la política, economía y tecnología que podrían producir un cambio inesperado en entornos empresariales. Ellos deben entender rigurosamente el «campo de juego», de lo contrario, corren el riesgo de inadaptación al mercado.
- Posibilidad de adaptar un método de diseño sistemático a los cambiantes contextos tecnológicos y empresariales. La estabilidad no puede darse por sentada. La interrupción de la competencia, avances tecnológicos o las grandes catástrofes deben ser consideradas. Cambios rápidos y difíciles de predecir en el ámbito del

desarrollo de productos reducen la utilidad del *one-size-fits-all*<sup>[7]</sup> en los procesos de diseño sistemáticos. Nuevas herramientas deben ser evaluadas para su aplicación en un enfoque de diseño refinado y nuevas restricciones ambientales deben guiar los ajustes en el diseño de subprocesos.

- Capacidad para diseñar, entendiendo el ciclo de vida del producto.
- Capacidad para identificar las necesidades de los usuarios. La evaluación de las necesidades actuales dará a las empresas beneficios a corto plazo. Pero, entendiendo la fuerte competencia, la anticipación precisa de las necesidades futuras fortalecerá la supervivencia a largo plazo.
- Capacidad de anticiparse a los cambios en las necesidades de los usuarios. Mayor satisfacción del cliente y su identificación con los productos de la empresa hará que los flujos de ingresos sean más importantes y el *feedback* sea más accesible y útil.
- Capacidad para analizar e integrar sistemas multidisciplinarios.
- Capacidad para colaborar con personas de diferentes disciplinas. La interdependencia entre los subsistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de *software* de los productos debe ser prevista, comunicada tempranamente y con frecuencia entre los equipos de diseño, para evitar así costosas medidas de rediseño durante el ciclo de desarrollo.
- Capacidad para colaborar con personas de culturas diferentes y en lugares diferentes.
- Capacidad para dividir e integrar el trabajo de diseño y producción. La interconectividad global presenta una oportunidad única para acceder a expertise de manera expedita y con menores costos asociados por la separación geográfica.
- Capacidad de aplicar métodos computacionales para la síntesis del diseño. Máquinas inteligentes pueden facilitar una mayor variedad y una mayor eficacia en la generación de ideas. La innovación puede ser promovida y el estanco del diseño puede ser evitado.

[3] Computer Aided Manufacturing.

[4] Computer Aided Engineering.

[5] Proceso de outsourcing para un grupo distribuido de gente.

[6] Personalizada.

[7] Expresión que representa bajo nivel de personalización.

- Capacidad de gestión (retener, reutilizar) de data producida durante el proceso de diseño.
- Habilidad para buscar y adaptar las soluciones de diseño utilizando repositorios de diseño. Eficiente captura y retención de data, combinada con capacidades para gestionar información de diseño a nivel semántico presentan una gran oportunidad para promover síntesis y reducción del estanco en el proceso de diseño.
- Capacidad de aplicar los métodos de modelado y simulación.
- Capacidad de aplicar los métodos de toma de decisiones.

## REFLEXIONES

Después de madurar algunas apreciaciones sobre lo escrito, el movimiento *maker* puede resultar más significativo y perturbador que el inicialmente formulado. También, mucho más se puede decir sobre los efectos del desarrollo de la conectividad global de Internet. Además, cuestiones importantes como la propiedad intelectual y la sostenibilidad no se abordaron en este reporte. Por tanto, una especulación aumentada, podría añadir los siguientes argumentos.

La fabricación personalizada pondrá en peligro la seguridad de los secretos comerciales y patentes si se combina con prácticas de ingeniería inversa. Los individuos serán capaces de producir por sí mismos algunos productos patentados o parecidos, después de descubrir su estructura topológica. Si es suficientemente amplia, esta práctica puede obligar a un replanteamiento de los derechos de exclusión en contra de la producción. Del mismo modo que el *peer-to-peer*<sup>[8]</sup> ha obligado a un replanteamiento de la política de derechos de autor y dio lugar a un movimiento *copyleft*<sup>[9]</sup>

en los medios de comunicación y los nuevos modelos de negocio para la venta y distribución de música; las empresas consolidadas en la protección tradicional de la propiedad intelectual pueden ser presionadas para aprobar prácticas de «diseño de ingeniería inversa».

Las prácticas de recuperación de residuos serán normativas para todas las empresas. Así, las empresas buscarán dar cuenta de los materiales de desecho en todos los puntos de su cadena de suministro y fabricación. Productos diseñados con reciclaje al final de su vida útil y que consideren remanufactura serán cada vez más comunes. Empresas especializadas llegarán a coleccionar los productos ya utilizados y llevarán a cabo las operaciones necesarias al final de su vida útil. Este paradigma se aplicará a muchas empresas con diferentes tipos de productos y materiales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sean Hanna and William Regli (2011). Representing and reasoning about three-dimensional space. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 25, pp 315-316 doi:10.1017/S0890060411000187 <http://dx.doi.org/10.1017/S0890060411000187>
2. Kang B Lee, Eugene Y. Song, Peter Gu. NIST Integration of MTCConnect and Standard-based Sensor Networks for Manufacturing Equipment Monitoring. MSEC2012-7398 Technical Publication. <http://www.asmeconferences.org/MSEC2012/TechnicalProgramOverview.cfm>
3. Ellen Yi-Luen Do (2012). A letter to a friend: Artificial intelligence and intelligent artifacts. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26, pp 9-9 doi:10.1017/S0890060411000321 <http://dx.doi.org/10.1017/S0890060411000321>
4. Janet K Allen, et al. Designing Complex Engineered Systems. *J. Mech. Des.* 133, 100301 (2011), DOI:10.1115/1.4005079 <http://dx.doi.org/10.1115/1.4005079>
5. Sean Hanna (2012). The hard problem of design. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26, pp 15-15 doi:10.1017/S0890060411000357 <http://dx.doi.org/10.1017/S0890060411000357>
6. Kristina Shea (2012). Opening our worlds. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26, pp 17-17 doi:10.1017/S0890060411000369 <http://dx.doi.org/10.1017/S0890060411000369>
7. Sean Hanna (2012). The hard problem of design. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26, pp 15-15 doi:10.1017/S0890060411000357 <http://dx.doi.org/10.1017/S0890060411000357>
8. MSEC 2012. <http://www.asmeconferences.org/MSEC2012/TechnicalProgramOverview.cfm>
9. P.J. Bridges, B. Magnus. Manufacture of Titanium Alloy Components for Aerospace and Military Applications. RTO AVT Specialists' Meeting on «Cost Effective Application of Titanium Alloys in Military Platforms». Loen, Norway. 7-11 May 2001. Published in RTO-MP-069(II). [http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-069-II//MP-069\(II\)-\(SM2\)-02.pdf](http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-069-II//MP-069(II)-(SM2)-02.pdf)
10. The printed world - Three-dimensional printing from digital designs will transform manufacturing and allow more people to start making things. *The Economist*. <http://www.economist.com/node/18114221>
11. Barack Obama. Remarks by the President at Carnegie Mellon University's National Robotics Engineering Center. June 24, 2011. <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/06/24/remarks-president-carnegie-mellon-universitys-national-robotics-engineer>
12. President's National Science and Technology Council. A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing. February 2012. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/iam\\_advancedmanufacturing\\_strategicplan\\_2012.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/iam_advancedmanufacturing_strategicplan_2012.pdf)
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Open_design)
14. <http://en.wikipedia.org/wiki/VOICED>
15. [http://www.appropedia.org/Welcome\\_to\\_Appropedia](http://www.appropedia.org/Welcome_to_Appropedia)
16. <http://www.instructables.com/>
17. <http://www.thingiverse.com/>
18. [http://en.wikipedia.org/wiki/Commons-based\\_peer\\_production](http://en.wikipedia.org/wiki/Commons-based_peer_production)
19. Print me a Stradivarius - How a new manufacturing technology will change the world. *The Economist*. [http://www.economist.com/node/18114327?story\\_id=18114327](http://www.economist.com/node/18114327?story_id=18114327)
20. The printed world - Three-dimensional printing from digital designs will transform manufacturing and allow more people to start making things. *The Economist*. <http://www.economist.com/node/18114221>
21. Friedman, Thomas H. *The World is Flat*. New York: Farrar, 2002.

[8] Escenario en que cada computador puede participar como servidor o cliente en una red.

[9] Metodo general para legalmente liberar contenido de internet.