

## COMUNICACIÓN

## LAS NUEVAS REALIDADES DEL DISEÑADOR EN EL CONTEXTO DE LA DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL

**MARTIN, Diego Ignacio; NADRA, Alejandro; SENAR, Pedro**

[dmartin@fadu.uba.ar](mailto:dmartin@fadu.uba.ar) ; [alenadra@gmail.com](mailto:alenadra@gmail.com) ; [pedrosenar@gmail.com](mailto:pedrosenar@gmail.com)

Centro Hábitat Inclusivo (CHI), Instituto de la Espacialidad Humana (IEH),  
FADU, UBA

### Resumen

*El presente trabajo se desarrolla en el marco de la investigación de la tesis doctoral del autor, titulada “Diseño Industrial, Digitalización Industrial y Transferencia Tecnológica; El fortalecimiento de la transferencia en el marco del sistema de Científico Tecnológico, a partir de la acción de diseñadores industriales en contextos de la digitalización industrial”. Pretende visibilizar las nuevas realidades de los diseñadores industriales ante los cambios socio técnicos que supone el desarrollo exponencial de las tecnologías digitales. Poniendo de manifiesto las oportunidades que los diseñadores industriales tienen y tendrán disponibles para generar valor en un futuro próximo.*

*La sociedad se encuentra en plena adaptación de lo que significa estar inmersos en una realidad atravesada por las tecnologías derivadas de la digitalización. Los analistas y teóricos presuponen que nos encontramos en plena transición a un nuevo paradigma, de gran incertidumbre, donde la conectividad, la movilidad y la sobre abundancia de datos e información está siendo el caldo de cultivo para una nueva revolución industrial.*

*Es relevante destacar como a partir del diseño e implementación de las interfaces de usuario, logran la experiencia de uso de los sistemas, democratizando el acceso a estas herramientas, hacerla de uso masivo, donde el diseño adquiere relevancia.*

*La masificación y facilitación del uso de las computadoras personales, sumados a la implementación masiva de*

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

*Internet coincide con el crecimiento exponencial de la publicación a nivel mundial de las innovaciones según registros de patentes de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).*

*Considerando los recursos digitales proyectuales para operar en entornos virtuales junto con los que permiten hibridar el mundo virtual con el material, como lo es la fabricación digital tanto en sus modalidades aditivas como sustractivas; y el impacto que la conectividad y la disponibilidad de datos derivada de la internet ubica, conocida como internet de las cosas, promueve los nuevos modos de trabajar colaborativamente, potencia la investigación cualitativa y la incorporación de conocimientos nuevos. Estas situaciones habilitan nuevas maneras de proyectar y motorizan enormemente la innovación.*

*En tiempos de cambios de los programas académicos de las carreras de la FADU, en el caso de la disciplina del diseño industrial, debería ser vital considerar como esta será afectada por el impacto de la consolidación y disponibilidad de herramientas que van más allá del diseño asistido por computadora (CAD).*

*Palabras clave: diseño asistido por computadora (cad), diseño industrial, fabricación digital, inteligencia aumentada, tecnologías disruptivas.*

## **Evolución tecnológica de los sistemas digitales en el Diseño Industrial**

Los orígenes de los sistemas digitales en la industria se remontan a los inicios de la primera revolución industrial, junto a la máquina de vapor de James Watt, una de las principales innovaciones de aquella época fue el desarrollo del primer telar automático programable. El francés Josef Marie Jaquard, diseño a principios del siglo XIX, un sistema que permitía transferir diseños de alfombras persas, previamente codificados sobre tarjetas de cartón perforadas, que luego eran leídos por el telar mediante una serie de mecanismos, logrando sincronizar la máquina para que confeccione los motivos en las telas<sup>1</sup>. Con estos sistemas se logró masificar la producción de productos que anteriormente requerían uso intensivo de mano de obra altamente especializada. Es importante destacar que este dispositivo (las tarjetas perforadas), fue el primer soporte de datos utilizado como interface de entrada en la programación, que fuera implementado en la industria, siendo más tarde el primer

---

1-Encyclopedia Britannica, 11 Edición.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

formato para introducir y transferir datos usado en las primeras computadoras digitales.

Pero el motor iniciador de la sistematización, la automatización y luego la digitalización, fue motorizado por el desarrollo armamentista, durante la Primera Guerra Mundial (1914 - 1917), la primer gran guerra mecanizada a gran escala de la historia, se logró la implementación de la normalización y estandarización de la producción, las normas DIN<sup>2</sup> surgieron aquí, de donde deriva el estándar de los formatos de papel A vigentes hoy día (fig. 1).

Más tarde, la Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945) traerá un salto en el desarrollo técnico generando la implementación de las primeras computadoras digitales, destacan la ENIAC de EEUU<sup>3</sup>, utilizada para el cálculo de las tablas de tiro para artillería y la Colosus Mark I, en Gran Bretaña<sup>4</sup>, que fue usada en la decodificación criptográfica, logrando descifrar la maquina Enigma utilizada para los comunicados de guerra nazis, hecho que logro cambiar el curso de la guerra.

Ya entrada la guerra fría, con el desarrollo misilístico y en plena era nuclear y espacial, el complejo industrial militar de EEUU se ve en la necesidad de contar con piezas de alta precisión y muy complejas técnicamente, lo más rápidamente posible, para no perder el equilibrio tecnológico con el bloque soviético. Entonces es que el ministerio de defensa norteamericano encomienda a investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el desarrollo de nuevas tecnologías de fabricación que estén a la altura de los requerimientos en tiempo, forma y precisión. Es convocado del Laboratorio de Servomecanismos, logrando controlar con una de las primeras computadoras digitales, motores eléctricos de forma precisa. Surge así el primer Centro de Mecanizado de Control Numérico (CNC), dando origen a la fabricación digital<sup>5</sup> (fig.2).

Debido a que la programación de estas máquinas se realizaban inicialmente cargando coordenadas x e y a mano, extractadas del diseño plasmado en un plano dibujado convencionalmente y con la finalidad de evitar errores, y acelerar el proceso de la carga de estos datos en el sistema CNC, a principios de la década del 60 otro laboratorio de la misma institución desarrolla la primer máquina de dibujo

---

2-Timeline 100 Years of DIN. Recuperado de: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/100/timeline>

3-ENIAC, acrónimo de Electronic Numerical Integrator And Computer (Computador e Integrador Numérico Electrónico), fue una de las primeras computadora de propósitos generales. Era Turing-completa, digital, y susceptible de ser reprogramada para resolver "una extensa clase de problemas numéricos".

4-Las máquinas "Colossus" fueron los primeros dispositivos calculadores electrónicos usados por los británicos para leer las comunicaciones cifradas alemanas durante la Segunda Guerra Mundial. Colossus fue uno de los primeros computadores digitales.

La máquina Colossus fue diseñada originalmente por Tommy Flowers en la Post Office Research Station (Estación de Investigación de la Oficina Postal), Dollis Hill. El prototipo, Colossus Mark I, entró en funcionamiento en Bletchley Park desde febrero de 1944.

5-Laboratorio de Servomecanismos en el MIT, que era líder mundial en sistemas de computación y de retroalimentación mecánicos. Durante la Segunda Guerra Mundial, construyó una serie de complejos dispositivos motorizados para los sistemas de torreta motorizada del Boeing B-29 Superfortress y el sistema de seguimiento automático del radar SCR-584. Estos sistemas fueron adaptados naturalmente en el primer prototipo de centro de mecanizado CNC y luego efectuada la transferencia tecnológica.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

electrónico, o Electronic Drawing Machine (EDM)<sup>6</sup>, computadora grafica que permitía funcionar de nexa para trasladar los diseños directamente al CNC y proceder al mecanizado. Esta máquina era del tamaño de una habitación y contaba con interfaces de usuario muy distintas a las que hoy usan habitualmente los sistemas CAD modernos (fig. 3).

Terminando la década del 60, se da otro gran avance tecnológico, se conectan las primeras computadoras entre sí, pertenecientes a dos universidades norteamericanas, surge el ARPANet<sup>7</sup>, (fig. 4) que será la matriz de la actual Internet.

Entrados los 80, otro hito, la primera máquina de fabricación digital aditiva, la tecnología de estereo litografía, técnica que consiste en la fabricación de piezas a partir de modelos 3D, mediante una técnica de curado con luz UV de resinas fotopolimerizables, se logra materializar el mundo virtual en el real, más fácilmente sin la necesidad de sustraer material (fig.5). Nace la fabricación digital aditiva (conocida vulgarmente como impresión 3d)<sup>8</sup>.

Ingresando en los noventa se dan 3 hitos relevantes que nos llevan al contexto actual: primero la masificación de las redes de telefonía celular y la conexión de fibra óptica, originando la infraestructura de las telecomunicaciones para las transmisiones de grandes volúmenes de datos, se implementa el protocolo de transferencia de hipertexto (en inglés: Hypertext Transfer Protocol o HTTP<sup>9</sup>) y la World Wide Web<sup>10</sup>, que facilito la lectura y la navegación de la información en la internet. Se difunde ampliamente la interface gráfica para el uso de las computadoras personales. Esta última innovación se debió a la implementación masiva del sistema operativo de Windows95 (W95)<sup>11</sup> para computadoras PCs compatibles (fig. 5), gracias a una política comercial que se consideraría hoy de modalidad abierta por parte de Microsoft.

---

6-EDM – Electronic Drawing Machine – Diseñada por el Laboratorio Lincoln del MIT – 1959. Su versión comercial costaba unos u\$d 500mil de aquella época.

7-El primer enlace de ARPANET se estableció el 21 de noviembre de 1969 entre la Universidad Católica de los Angeles y la Universidad de Stanford.

8-Hideo Kodama del Instituto de Investigación Industrial Municipal de Nagoya fue el primero en publicar un artículo de un modelo sólido fabricado usando un sistema de prototipado rápido de fotopolímero - SLA. Patente original del sistema en: <https://patents.google.com/patent/US4575330A/en>

9-Primera página web: <http://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>

10-La Web se desarrolló entre marzo de 1989 y diciembre de 1990.23 por el inglés Tim Berners-Lee con la ayuda del belga Robert Cailliau mientras trabajaban en el CERN en Ginebra, Suiza, y publicado en 1992. Desde entonces, Berners-Lee ha jugado un papel activo guiando el desarrollo de estándares Web (como los lenguajes de marcado con los que se crean las páginas web), y en los últimos años ha abogado por su visión de una web semántica.

11-Windows 95 fue lanzado al mercado el 24 de agosto de 1995. En esta edición se introdujeron mejoras que eran muy significativas con respecto a sus antecesores entre los cuales se pueden mencionar los profundos cambios realizados a la interfaz gráfica de usuario de Windows, siendo completamente distinta a las de versiones anteriores, y el pasar de usar una arquitectura multitarea cooperativa de 16 bits a usar una arquitectura multitarea apropiativa de 32 bits.

Esta versión fue la primera en incluir la barra de tareas y el botón Inicio, los cuales se siguieron incluyendo en versiones posteriores de Windows, además de ser la primera versión en soportar la función de Plug and Play.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

Si bien es cierto que las interfaces gráficas fueron implementadas por Apple Macintosh muchos años antes, en esos días estas computadoras eran prohibitivas por costo y disponibilidad al común de los usuarios, la implementación del Windows 95 democratizó el uso de la computadora personal, haciendo que fuera mucho más accesible para cualquier persona sin conocimientos informáticos usar una computadora. Antes del W95 era necesario indicar al sistema operativo de la máquina a partir de la configuración de subrutinas previas, la asignación de memoria para ejecutar cada software por separado, con W95 se podía ejecutar una aplicación tras otra con la facilidad de un click del mouse sin la necesidad de tener que cerrar la aplicación anterior, mientras la memoria de la computadora lo permitiera.

Esta innovación llevó aparejado una ola de estandarización en la industria informática, a partir del desarrollo de nuevos softwares interoperables mucho más fáciles de usar, con interfaces de usuario cada vez mejor diseñadas, generando una revolución de nuevas herramientas para la proyectación digital, mucho más poderosas, estables, accesibles y usables.

## La digitalización impacta de lleno a la carrera de Diseño Industrial en FADU - UBA

La carrera de diseño industrial en FADU-UBA no ha sido ajena a esta revolución tecnológica, solo tres años después de la implementación de la interface gráfica de W95, si bien ya desde inicios de los años 90 se venían utilizando sistemas de modelado 3D del tipo poligonal, destacándose el Autodesk 3D Studio, estos solo eran utilizados para una mera representación del proyecto. A mediados de 1998, se comienza a utilizar masivamente entre los estudiantes un software de modelado 3D basado en tecnología B-Splines racionales no uniformes o NURBS<sup>12</sup>, que hoy es herramienta estándar para cualquier diseñador industrial. El Mcneel Rhinoceros 3D<sup>13</sup> (firma desprendimiento de Autodesk) que actualmente va por su versión 6, permitió a los estudiantes de aquella época no solo acelerar los tiempos de representación sino extraer información del modelado para la documentación y posterior materialización de los diseños, además de empoderarlos con nuevos recursos morfológicos a los nuevos profesionales egresados.

No es casual que la política de difusión "abierta" no institucionalizada de McNeel ayudara a la difusión y copiara el modelo de negocios de Microsoft para el W95.

Otro hito importante aparece ya en los 2000, con las primeras implementaciones del CAD de Sólidos Paramétricos<sup>14</sup>, el software de la firma Dessault Systemes,

---

<sup>12</sup>B-splines racionales no uniformes o NURBS (acrónimo inglés de non-uniform rational B-spline) es un modelo matemático muy utilizado en la computación gráfica para generar y representar curvas y superficies matemáticas.

<sup>13</sup>“Rhino 3D Características”: Recuperado de: <https://www.rhino3d.com/features>

The History of Rhino. Recuperado de: <https://wiki.mcneel.com/rhino/rhinohistory>

<sup>14</sup>El modelado sólido o modelado paramétrico, es un conjunto coherente de principios para el modelado matemático y computacional de sólidos tridimensionales. El modelado sólido se distingue de las áreas relacionadas de modelado geométrico y gráficos por computadora por su énfasis en la fidelidad física.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

Solidworks, en la segunda década del 2000, comienza a ser intensivamente utilizado por las cátedras de Tecnología para Diseño Industrial para la confección de los trabajos prácticos, ya que estos sistemas paramétricos permiten desarrollar digitalmente productos, gracias a que funcionan como una simulación de lo que sucede en el contexto material real, pudiendo ya no solo analizar desde el punto de vista geométrico el diseño sino desde el punto de vista físico, conformando lo que se denomina prototipo virtual.

Los CAD Paramétricos aceleraron enormemente la fase de documentación y la trazabilidad del proceso de diseño, bajando la incidencia de errores y permitiendo mayor iteración en la instancia de desarrollo de producto.

En paralelo la aparición de herramientas de fabricación digital, primero sustractivas como el corte de materiales planos por láser, a principios de los 2000 y desde hace unos años con la irrupción de las máquinas de fabricación digital aditivas económicas basadas en tecnología de Modelado por Deposición Fundida (FDM)<sup>15</sup> permitió la materialización física de maquetas y prototipos de forma rápida y precisa.

Una evolución del diseño paramétrico se observa en el diseño computacional, basado en modelado algorítmico, destaca la herramienta Grasshopper3D<sup>16</sup>, incorporada hoy en la versión 6 del Rhinoceros 3D y que es utilizada de manera intensiva en los niveles superiores de morfología (Muñoz, 2013) permitiendo la exploración proyectual solo posible de realizar con el uso de computadoras, siendo la generación de morfologías resultantes factibles de materializarse con el uso de sistemas de manufactura digital.

## Prospectiva

Es interesante observar como la masificación y facilitación del uso de las computadoras personales y la implementación masiva de Internet coincide con el crecimiento exponencial de la publicación a nivel mundial de las innovaciones (registros de patentes OMPI)<sup>17</sup>. (Grafico 1).

---

Juntos, los principios de la modelación geométrica y sólida forman la base del diseño asistido por computadora y en general apoyan la creación, intercambio, visualización, animación, y anotación de modelos digitales.

15-Manual Básico I3D FDM - INTI: Tecnología de fabricación digital aditiva de bajo costo.

Recuperado de: [https://www.inti.gov.ar/disenoindustrial/pdf/publicaciones/manual\\_fdm.pdf](https://www.inti.gov.ar/disenoindustrial/pdf/publicaciones/manual_fdm.pdf)

16-Grasshopper: es un lenguaje de programación visual desarrollado por David Rutten en Robert McNeill & Associates. Grasshopper es un plug-in que corre dentro de la aplicación CAD Rhinoceros 3D. Los programas son creados arrastrando componentes en el área de trabajo. Los componentes tienen entradas y salidas, las salidas se conectan a las entradas de los componentes subsecuentes. Es utilizado principalmente para programar algoritmos generativos. Recuperado de: <https://www.grasshopper3d.com/>

17-"Organización Mundial de la Propiedad Intelectual". Estadísticas de base de datos de patentes.

Recuperado de: <https://app.twindolphinsoftware.com/content/data>

<http://www.wipo.int/ipstats/en/charts/ipfactsandfigures2016.html>

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

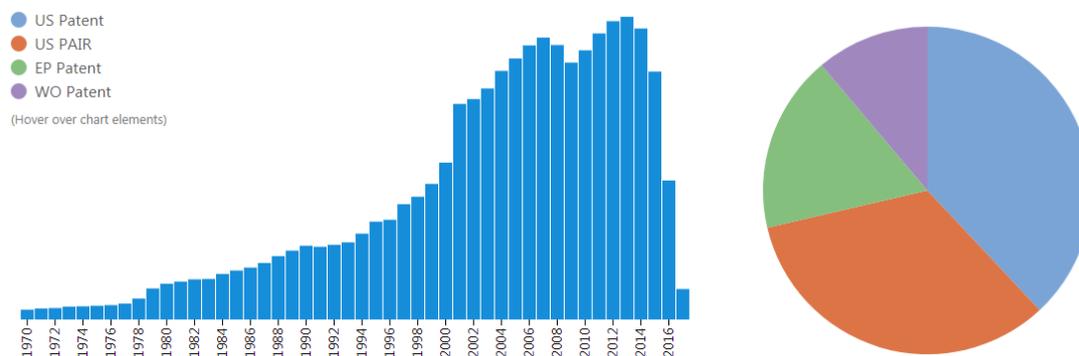


Gráfico 1: Crecimiento Exponencial de presentación de patentes de invención a nivel mundial – Fuente OMPI.

También es relevante destacar como a partir del diseño y la implementación de las interfaces de usuario, la experiencia de uso y el diseño, tomaron relevancia y gran impacto en el desarrollo de software junto a la estandarización de formatos y algoritmos (Bonsiepe 1999).

En lo referente a las herramientas propias de los Diseñadores Industriales en la primera década del 2000 ya nos encontramos con los sistemas de cómputos móviles completamente maduros y la banda ancha masificada, las redes sociales implementadas<sup>18</sup>. Los smartphones y las laptops permiten al estudiante de diseño promedio portar a cualquier lugar que desee estas herramientas digitales.

Lo vemos todos los días con nuestros alumnos, que llevan su laptop de aquí para allá, como hace 20 años lo era el tablero de dibujo. Estos corrigen con sus computadoras, y trabajan colaborativamente en la facultad.

Investigan consultando artículos académicos en la red Scopus o Academia.edu, entrenan habilidades a partir de tutoriales disponibles en Youtube y exploran referencias en la red Pinterest. Suben sus archivos a la nube, para compartirlos con sus compañeros de equipo con enlaces en Whatsapp. Exploran y representan propuestas de diseño con herramientas de dibujo e ilustración digital. Experimentan con modelos 3D fabricados en un local de servicios de impresión 3D y hasta acceden a todas las tecnologías aditivas disponibles mundialmente a través de plataformas como Shapeways, e incluso en muchos casos cuentan con estos equipos en sus hogares para fabricar las maquetas de estudio o los prototipos por la noche mientras duermen.

El CAD paramétrico y los sistemas de Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE)<sup>19</sup> consecuentes, otorgan nuevas habilidades al diseñador industrial, le permiten verificar

18-Banda ancha: 20 años, 20 historias. Clarin 24 de septiembre de 2017: recuperado de [https://www.clarin.com/viva/banda-ancha-20-anos-20-historias\\_0\\_HJEuZBesb.html](https://www.clarin.com/viva/banda-ancha-20-anos-20-historias_0_HJEuZBesb.html)

19-Ingeniería asistida por computadora (CAE, del inglés Computer Aided Engineering) es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, o creados de otro modo e introducidos en el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad, y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

y tomar decisiones por su cuenta en situaciones que hasta no hace mucho tiempo hubieran necesitado una validación por parte de un ingeniero. Además, permiten pensar soluciones que pueden simularse en un entorno virtual, pero con parámetros físicos (Sistemas FEA)<sup>20</sup>. En el campo de la hibridación hacia lo material y el prototipado, la fabricación digital genera un salto enorme en las capacidades de materialización de los diseñadores industriales. Hoy las tecnologías de fabricación digital no solo han bajado enormemente su costo, sino que están pasando de ser utilizadas para prototipar como fueron creadas originalmente, para concentrarse en la producción masiva<sup>21</sup>. Cuando este hecho se consolide, pequeñas unidades de producción distribuidas generaran enormes oportunidades para agregar valor no solo para los diseñadores, sino para las pymes que se puedan apalancar con estas tecnologías (Manzini 2015).

Volviendo al proceso de diseño, todos estos sistemas potencian la iteración propositiva, y la verificación de las soluciones de diseño a muy bajo costo, disminuyen considerablemente el tiempo del proceso de diseño y desarrollo de producto. Si a esto le sumamos la conectividad y la portabilidad de estos sistemas, hoy los profesionales del proyecto cuentan con herramientas poderosas y ubicuas, con la posibilidad de trabajar colaborativamente en todo momento y consultar a expertos de prácticamente todo el mundo.

Skype, Hangout, Google Drive, Dropbox, permiten estar comunicados y compartir la información generada en tiempo real, plataformas online de distribución y comercialización como Ebay, Dealer Extreme o Paypal, adquirir bienes y servicios de cualquier rincón del mundo (Ismail 2016). Esta infraestructura está siendo caldo de cultivo para innovaciones que hasta hace muy poco eran impensadas para un estudiante de diseño y se reflejan en los resultados de algunos trabajos prácticos de FADU - UBA.

El uso intensivo de estos sistemas digitales puede apreciarse concretamente en los resultados académicos de las cátedras de Tecnología de diseño industrial en FADU<sup>22</sup> del 2008 a la fecha, donde los trabajos prácticos finales han logrado una complejidad

---

consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado. La base de todas ellas se presenta como módulos o extensiones de aplicaciones CAD.

20-El método de elementos finitos (FEM) es un método numérico para resolver problemas de ingeniería y física matemática. También se conoce como análisis de elementos finitos (FEA). Las áreas problemáticas típicas de interés incluyen análisis estructural, transferencia de calor, flujo de fluido, transporte de masa y potencial electromagnético.

21-El Leitmotiv de la mayor exposición de la Industrial de la Fabricación Digital Aditiva a nivel Mundial la Rapid + TCT, acontecida en mayo de 2017 en la ciudad de Pittsburg, EEUU, fue "Pasemos del Prototipado a la Fabricación".

Recuperado de: <http://www.rapid3devent.com/2017-recap/>

22-"ADI" es la primer Impresora 3D del Tipo de Sinterizado de Laser Selectivo, desarrollada en el país y en la Cátedra Louzau de Tecnología para Diseño Industrial de FADU, utiliza materiales nacionales, fue posible gracias a que aparecieron en el mercado internacional láseres de alta energía a base de DIODO a precios que un estudiante de diseño puede costearlos. Todo ello gracias al contexto de la economía digital.

Recuperado de: <http://tecnolouzau-2016.blogspot.com.ar/2016/04/grupo-7-maquina-de-fabricacion-digital.html>

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

técnica poco vista en la carrera hasta el momento, alcanzando proyectos más de una docena de premios Innovar.<sup>23</sup>

Si bien en la época donde el último nivel de Diseño Industrial (IV) era de curso anual, se lograban proyectos que terminaban en prototipos funcionales de gran calidad de diseño y factura (Blanco 2005), la complejidad técnica de los trabajos finales de las materias de Tecnología son un fiel reflejo de estas realidades técnicas derivadas de la digitalización<sup>24</sup>. Proyectan un futuro promisorio para las capacidades proyectuales de los egresados de nuestra facultad si se aprovechan correctamente estas posibilidades, evocando a Manzini, se los deja fluir a partir del mundo conectado actual.

## Conclusiones

¿Qué nuevos horizontes se abrirán?, cuando impacten de lleno en nuestra cotidianeidad tecnologías derivadas de la conectividad y la digitalización, que hoy están disrumpiendo<sup>25</sup> como lo son la Realidad Virtual, la Realidad Aumentada, el Big Data, combinadas con la Inteligencia Artificial y los Sistemas de Fabricación Digital (Bilinkis 2015).

El diseño generativo computacional, el diseño impulsado por algoritmos y la optimización topológica<sup>26</sup> están permitiendo a los diseñadores explorar las mejores formas para su proyecto, utilizando entradas específicas, como cargas de esfuerzo, presión, peso y opciones de materiales, alcanzando una nueva concepción

---

23-Recuperado de: <http://tecnolouzau-noticias.blogspot.com.ar/2016/10/ibis-y-movi-premiados-en-innovar-2016.html>

24-Catálogos de proyectos de Cátedra Louzau. Recuperado de: <http://tecno4louzau.blogspot.com.ar/>

25-Tecnologías Disruptivas: Tecnología disruptiva o innovación disruptiva es aquella tecnología o innovación que conduce a la aparición de productos y servicios que utilizan preferiblemente una estrategia disruptiva (de disruptivo, 'que produce ruptura brusca') frente a una estrategia sostenible a fin de competir contra una tecnología dominante, buscando una progresiva consolidación en un mercado. Aunque inicialmente el término proviene de la economía, actualmente comienza a tener mucha importancia a la hora de plantear estrategias de desarrollo en los departamentos de I+D de muchas compañías.

El término «tecnología disruptiva» (disruptive technology en inglés) fue acuñado por Clayton M. Christensen y presentado en 1995 con su artículo Disruptive Technologies: Catching the Wave, como coautor junto con Joseph Bower. Describió el término más profundamente en su libro The Innovator's Dilemma, publicado en 1997, con el término «innovación disruptiva», debido a que algunas tecnologías son intrínsecamente disruptivas o sostenibles de por sí.

Recuperado de: <https://hbr.org/1995/01/disruptive-technologies-catching-the-wave>

26-Diseño generativo: A partir de la evolución del CAD paramétrico, se desarrolló una nueva generación de programas de optimización y diseño generativo para permitir que los ingenieros de diseño busquen y evalúen una gama de opciones de diseño posibles, basadas en una combinación de principios y algoritmos de FEA (análisis de elementos finitos) probados por el tiempo. Entre los ejemplos de dichos programas se incluyen Project DreamCatcher de Autodesk, SolidThinking Inspire de Altair, nTopology Element y Frustum's Generate. Recuperado de: <http://www.digitaleng.news/de/design-advice-algorithms/>  
<https://youtu.be/CTYRfMzmWfU>

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

semántica, la semántica de la optimización, permitiendo a los profesionales del diseño ingresar a la era del pensamiento proyectual aumentado<sup>27</sup>.

Solo nos queda como docentes de diseño estar preparados a partir de la experimentación y el uso de estas nuevas herramientas en el ámbito académico, poder estar a la altura de las circunstancias socio técnicas y no ser un agente de "solidificación" de las posibilidades e iniciativas de nuestros estudiantes.

## Agradecimientos

El autor quiere agradecer especialmente al Ingeniero Leonardo Louzau titular de Tecnología para Diseño Industrial de FADU-UBA, por su generosidad, permitiendo al autor participar desde hace casi una década como docente auxiliar en la tarea de tutorar a los estudiantes, a los colegas docentes de la misma asignatura y al equipo docente de Cátedra Naso de Diseño Industrial donde también realiza tareas docentes. Por último, a nuestros estudiantes que sin ellos este trabajo no sería posible ni tendría sentido.

A todos gracias por fomentar la excelencia académica.

---

27-Inteligencia aumentada: Término propuesto por el equipo de IBM para definir la ampliación de las capacidades de pensamiento humanas a partir de la asistencia de su sistema de inteligencia artificial Watson. Recuperado de: [https://youtu.be/G7E62KvI\\_h4](https://youtu.be/G7E62KvI_h4)

Imágenes

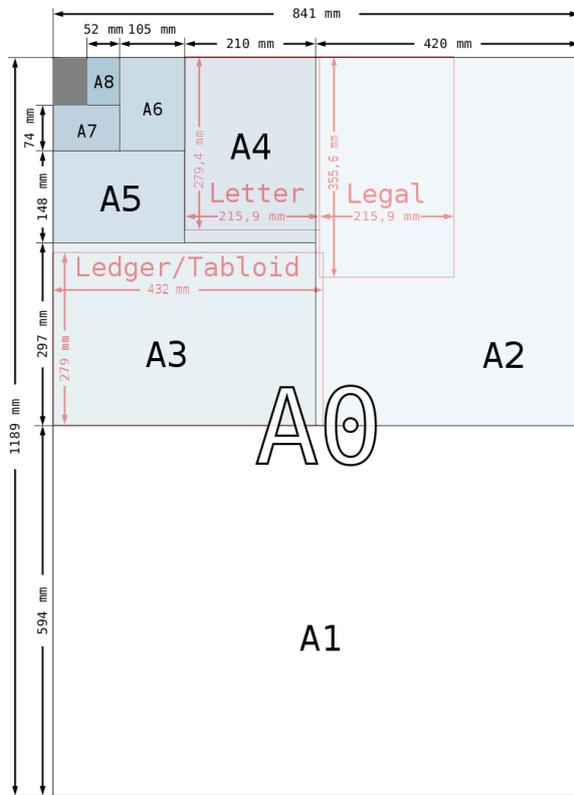


Figura 1 Formatos de hojas A: Fuente DIN

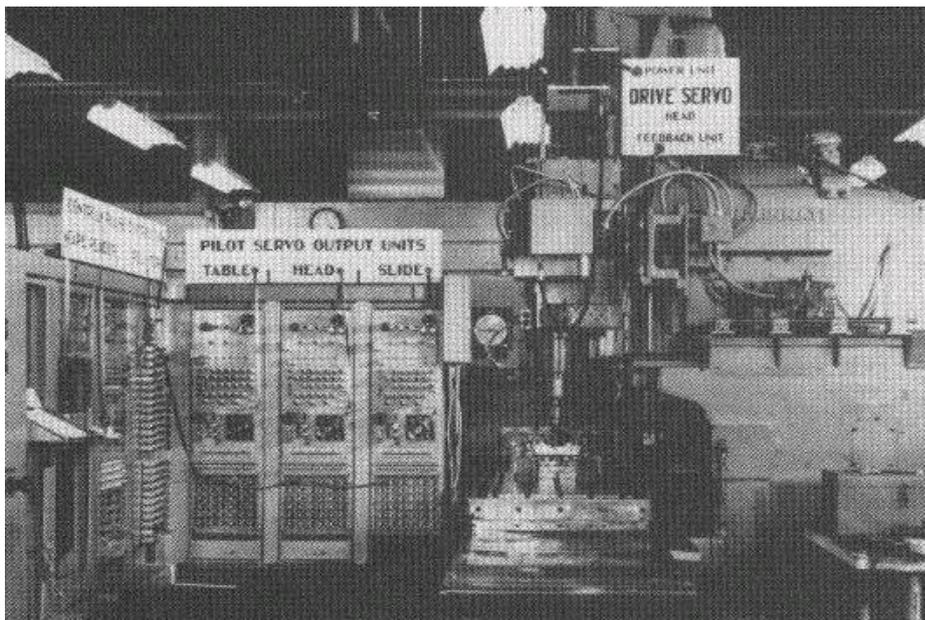


Figura 2 Desarrollado entre el Laboratorio de Servomecanismos del MIT inicios de la década del 50. Fuente Wikipedia.

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

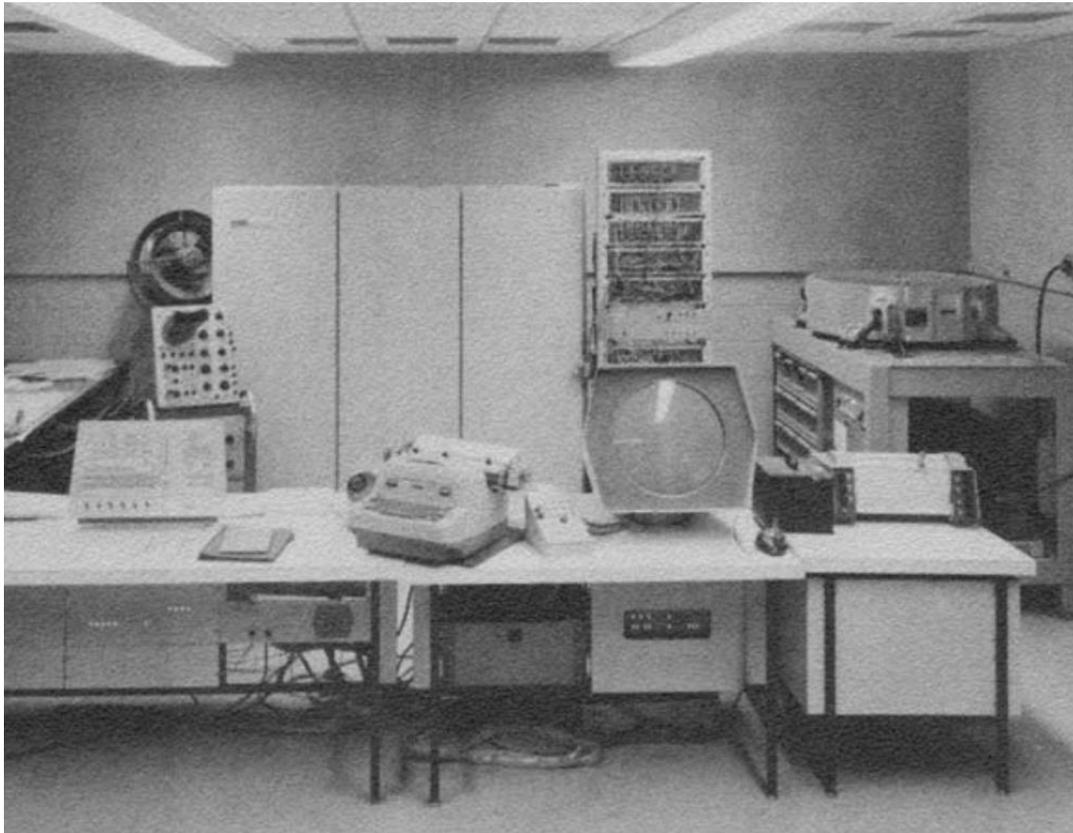


Figura 3. EDM – Electronic Drawing Machine – Diseñada por el Laboratorio Lincoln del MIT – 1959. Fuente Wikipedia.

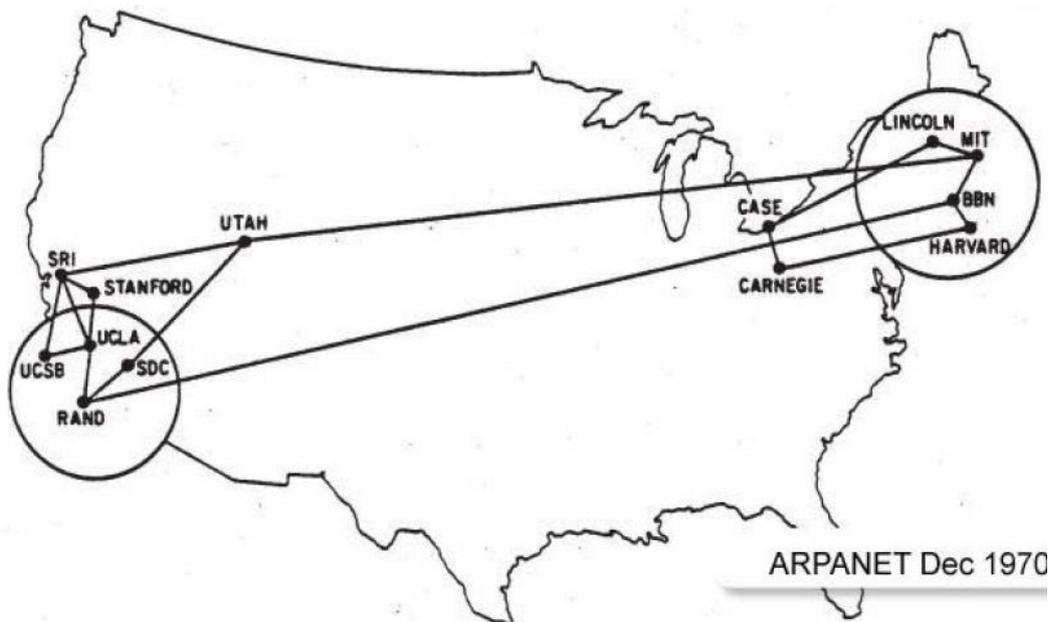


Figura 4. El primer enlace de ARPANET se estableció el 21 de noviembre de 1969 entre UCLA y Stanford. Fuente Wikipedia.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL



Figura 5. Primera máquina de Estereo Litografía (SLA) comercial - 3d System – USA -1984.  
Fuente: Wikipedia.

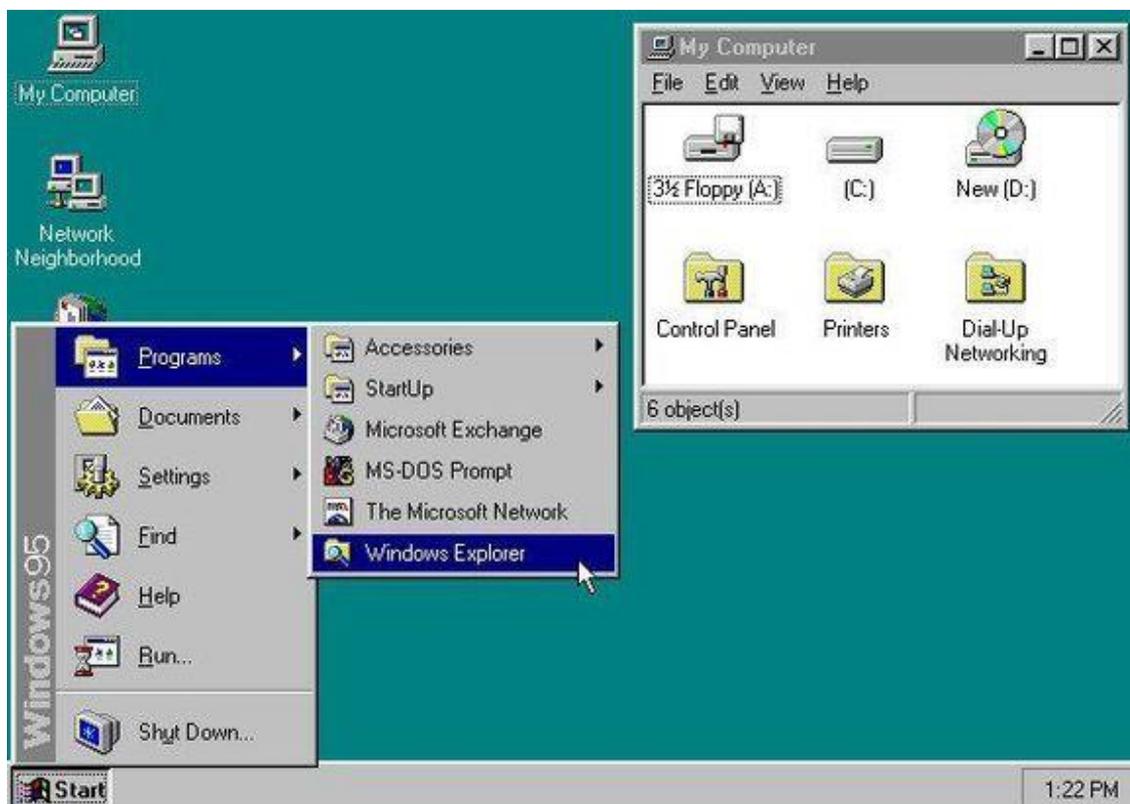


Figura 6. Interfase de Windows 95. Fuente: Captura de pantalla Sistema Operativo

## Bibliografía

- AMAR, G. (2011). Homo Mobilis (1st ed.). Buenos Aires: La Crujía.
- BILINKIS, S. (2015). Pasaje al futuro. Buenos Aires: Sudamericana.
- BLANCO, R. (2005). 20 años Cátedra Blanco. Buenos Aires: CommTOOLS.
- BONSIEPE, G. (1999). Del objeto a la interfase. Buenos Aires: Ediciones Infinito.

## UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

BOVE, Tomy (2005). Just Say No to Microsoft: How to Ditch Microsoft and why It's Not as Hard as You Think. No Starch Press.

CEPAL (2016) Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital "La situación de América Latina y el Caribe".

Disponible en: [www.cepal.org/es/comunicados/cepal-crecimiento-sostenible-largo-plazo-solo-se-lograra-la-digitalizacion-la-economia](http://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-crecimiento-sostenible-largo-plazo-solo-se-lograra-la-digitalizacion-la-economia)

GOLDSTINE, Herman H.; Goldstine, Adele (1946). «The Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)». Mathematical Tables and Other Aids to Computation

HARARI, Y. (2016). Homo deus.

Harvard Business Review. (2017). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition.

Recuperado de: [https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition?referral=03758&cm\\_vc=rr\\_item\\_page.top\\_right](https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition?referral=03758&cm_vc=rr_item_page.top_right)

ISMAIL, S. (2016). Organizaciones exponenciales.

MANZINI, E. (2015). Cuando todos diseñan. Getafe, Madrid: Experimenta.

MARKS, Peter. (2007). In Remembrance of Dr. Jason A. Lemon, CAE pioneer.

MUÑOZ, P (2013). Dialogos entre morfología y fabricación digital. Ed de la Forma.

NORMAN, D. ;Santos Fontenla, F. (1990). La psicología de los objetos cotidianos. 1st ed. España: Academia Charlot.

PIKETTY, T. (2014). El capital en el siglo XXI. 1st ed. Santiago, Chile.: Fondo de Cultura Económica.

Revista Integración & Comercio: Año 21: No. 42: Agosto, 2017: Robot-lución: el futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina

Recuperado de: <https://publications.iadb.org/handle/11319/8487#sthash.amdjm61G.dpuf>

RIFKIN, J. and Sánchez Barberán, G. (2016). La sociedad de coste marginal cero. 1st ed. Barcelona: Paidós.

RIFKIN, J., & Santos Mosquera, A. (2012). La tercera revolución industrial (1st ed.). Barcelona, España: Paidós.

ROSS, Douglas T. (1961). Computer-Aided Design: A Statement of Objectives. MIT USAF 8436-TM-4.

RYAN, Johnny (2010). Una historia de Internet y el futuro digital . Londres, Inglaterra: Reaktion Books.

Schwab, K. (2017). Fourth Industrial Revolution (1st ed.). The Crown Publishing Group.

THOMAS, Richard A. (2007), History of Numerical Control: A History of the Role the General.

Electric Company Played in the Development of Numerical Control for Machine Tools.

Vazhnov A. (2013). Impresión 3D: Como va a cambiar el mundo Kindle Edition.