



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”  
Multidisciplinario  
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

## TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D APLICADA EN LA INGENIERÍA Y LA EDUCACIÓN MEDIANTE MATERIAL DIDÁCTICO ESPECIALIZADO

Edgar Cárdenas Escamilla      *cardenas\_edgar@yahoo.com*

Ingeniero en electrónica, Jefe de proyectos de investigación

Instituto Tecnológico de Morelia

**PALABRAS CLAVES:** Impresión 3D, material didáctico, manufactura aditiva

**RESUMEN:** En los últimos años la tecnología aditiva, más conocida popularmente como impresión en 3D, ha venido a cambiar la forma en el cómo se manufacturan y fabrican un sin número de objetos, incluso, se realizan piezas que anteriormente eran imposibles de fabricar por sus geometrías complejas o que no se podían hacer más que conjuntando varias piezas en un ensamble, al mismo tiempo los precios de las máquinas para impresión 3D han bajado hasta hacerlas fáciles de adquirir, permitiendo que se dé un gran avance en la fabricación personalizada de modelos y materiales didácticos en apoyo de la divulgación científica y tecnológica.

**ABSTRACT:** In recent years the additive technology, more popularly known as 3D printing, has come to change the way how they are manufactured and produced a number of items, including pieces that were previously impossible to produce for their complex geometries are made or that they could not do more than putting together several pieces in an assembly, while prices for 3D printing machines have declined to make them easy to buy, allowing a breakthrough in the production of customized models and materials in support of science and technology is given.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**INTRODUCCIÓN:** Actualmente ya no es necesario explicar el concepto de impresión 3D y sus increíbles usos, las noticias de sus aplicaciones comerciales en fabricación de vestuarios y accesorios para películas de cine como Robocop, Ironman y Avatar (Legacy-Effects.corp 2014), los accesorios que ocupan para el Cirque Du Soleil (Cirque Du Solei 2015) o las 31.000 caras distintas que imprimieron para el Stop-motion en la producción de ParaNorman (Laika Co. 2012) son publicadas diariamente en conjunto con las noticias de las maravillas médicas que se logran al imprimir prótesis de orejas y narices, modelos de corazones y otros órganos para determinar las mejores condiciones para operar o incluso ya es posible leer noticias de impresión de tejidos que remplazan las vértebras o segmentos de tráquea que salvan vidas (Agencia SINC 2015).

La tecnología aditiva ha permitido que la manufactura se realice agregando material solamente en donde se requiera (Figura 1), a diferencia de la técnica sustractiva, donde se retira una gran cantidad de materia de un objeto, obteniendo un elevado porcentaje de residuos y desperdicios.

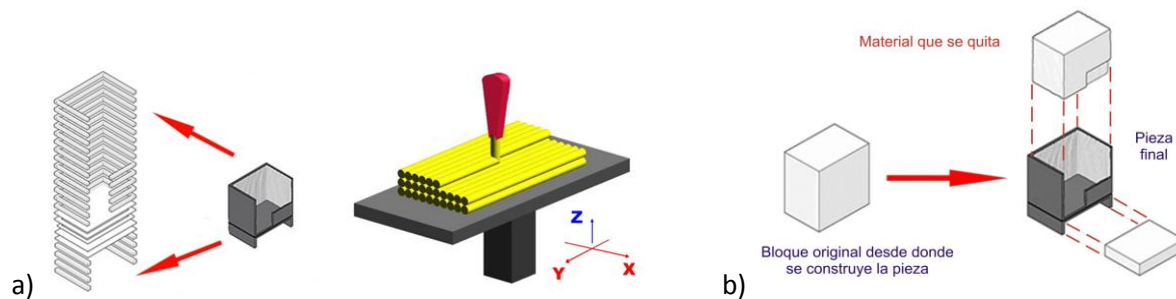


Figura 1. a) En la tecnología aditiva el objeto se divide en capas que posteriormente se construyen una a una. b) En la tecnología sustractiva a un bloque inicial se le va retirando material

Si bien es cierto que las liberaciones de las principales patentes de esta tecnología, ocurridas a principios de 2014, generaron una gran avalancha en cuanto a su comercialización al disponer una gran cantidad de marcas y



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

fabricantes, desde Truper hasta HP, y que además surgieron incontables startups y movimientos maker ó DIY (*Do It Yourself*), el impacto esperado en la divulgación científica y el uso cotidiano para generar conocimiento en base a modelos y material didáctico especializado impreso a demanda aún no ha llegado a su máximo, por lo que es urgente acelerar su utilización en las Universidades y Centros de Investigación para dejar de ver a la impresión aditiva como una moda, en un gasto inútil o en el caso de las instituciones que las han adquirido pero que las mantienen como trofeos de nota de periódico al comprarlas, sin acceso a los estudiantes o profesores, siendo que debería de haberse convertido en estas fechas en una herramienta cotidiana para el catedrático que le permita transmitir los conceptos e ideas de una manera más clara y palpable.

Dar a conocer la estructura molecular del grafeno, el funcionamiento de un acelerador de partículas como el del CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, Consejo Europeo para la Investigación Nuclear), la topología de Plutón al día siguiente del acercamiento de la nave espacial New Horizons de la NASA o el patrón de un huracán casi en tiempo real (la NASA dispone de un amplio catálogo de archivos para impresión 3D en <http://nasa3d.arc.nasa.gov>, Fig. 2), son apenas algunas de las aplicaciones didácticas que gracias a las tecnologías de comunicación existentes actualmente son ahora posibles de colocar en la palma de la mano de los estudiantes por medio de la impresión tridimensional.

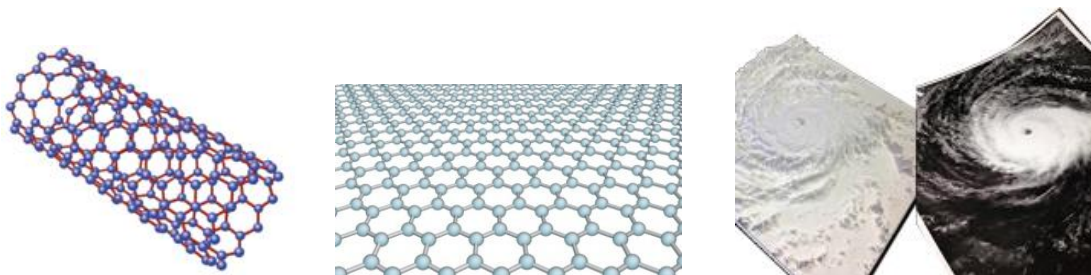


Figura 2. Modelos moleculares del grafeno y modelo en tres dimensiones realizado a partir de las fotos de un huracán real.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**METODOLOGÍA:** Desde hace dos años se ha estado trabajando en el Departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia con la impresión en 3D mediante la tecnología de FDM (Deposición de Plástico Fundido) mediante una impresora comercial de 3D Systems, CubeX Duo, para realizar la manufactura de piezas y gabinetes que permitan dar mayores prestaciones a los proyectos de electrónica realizados, inicialmente pensando en la especialidad de instrumentación biomédica y los requisitos de ergonomía y comodidad que requieren los equipos biomédicos que tienen contacto con el ser humano, dichos equipos deben disponer de versatilidad al tener que ser implementados en estructuras biométricas con geometrías muy particulares, en otras palabras, cada ser humano es distinto y su morfología hace muy complicado que un mismo aparato se adapte para realizar mediciones en el cuerpo de un niño o bebe y que se utilice al mismo tiempo para un adulto.

La investigación realizada en este campo ha llevado a realizar múltiples pruebas con piezas que no sólo se utilizan en instrumentación biomédica, sino que han venido a complementar los requerimientos de las áreas de robótica, mecatrónica, optoelectrónica, comunicaciones, etc., puesto que en todas las áreas se llegan a ocupar piezas de soporte, fijación, separación, montaje, almacenamiento, clasificación y una larga lista de opciones.

Actualmente se han comenzado a generar diseños que permiten mejorar la enseñanza de la ingeniería mediante material didáctico especializado, complementado con dispositivos y circuitería electrónica, que permiten demostrar principios y conceptos de manera lúdica, o incluso, permiten generar materiales que se usan para la enseñanza pero sin recurrir a los grandes costos que representan los equipos de enseñanza comerciales y que la mayoría de las veces son subutilizados y llegan a ser obsoletos en poco tiempo.

## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**RESULTADOS:** Se han realizado varias pruebas para determinar la resistencia mecánica de las piezas impresas ante fuerzas de flexión, torsión, desgaste y otros factores, incluyendo la temperatura y la humedad, lo cual ha permitido tener de forma muy clara la gama de aplicaciones en las que pueden ser usados sin presentar problemas.

Se debe de considerar que las piezas fabricadas son de materiales plásticos y por lo mismo no pueden ser aplicados en todas las posibles soluciones (El PLA, por ejemplo, no soporta temperaturas superiores a los 80°C, temperatura que fácilmente se supera en el interior de un automóvil bajo el sol en un día caluroso), sin embargo han resuelto una considerable cantidad de problemas de fijación de sensores en los instrumentos diseñados, soportes y separadores de tarjetas, contenedores y recipientes de volumen exactos, boquillas de extrusión de formas geométricas personalizadas, perillas con diseño exclusivo, paneles de instrumentos que determinan las posiciones iniciales de prueba antes del maquinado terminal, piezas de remplazo y piezas que incluso han permitido rehabilitar equipos que ya eran obsoletos, presentaban piezas rotas o se habían extraviado. En la figura 3 se muestra un adaptador para un sensor electrónico de distancia por ultrasonido que permite colocarlo a la altura adecuada para aplicaciones de robótica y mecatrónica.



Figura 3. Sensor electrónico que se coloca a la altura y posición de acuerdo a los requisitos de diseño gracias a la pieza impresa en 3D.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

El maquinado de piezas mecánicas complejas, desde engranes, levas y roscas, se han resuelto fácilmente con la impresión 3D, permitiendo omitir el uso de equipo especial para dicha manufactura, sin necesitar tornos, fresadoras ni taladros.

La versatilidad de la fabricación de piezas impresas en 3D permite que puedan ser usadas como parte de la difusión y enseñanza, generando modelos didácticos que aún no son comerciales o que no existen debido a que los conceptos y teorías son novedosas, por ejemplo, como se muestra en la figura 4, se fabricaron piezas para un tablero basado en las teorías del Universo Determinista que plantea Stephen Hawking en su libro “El Gran Diseño” (Hawking, 2010).

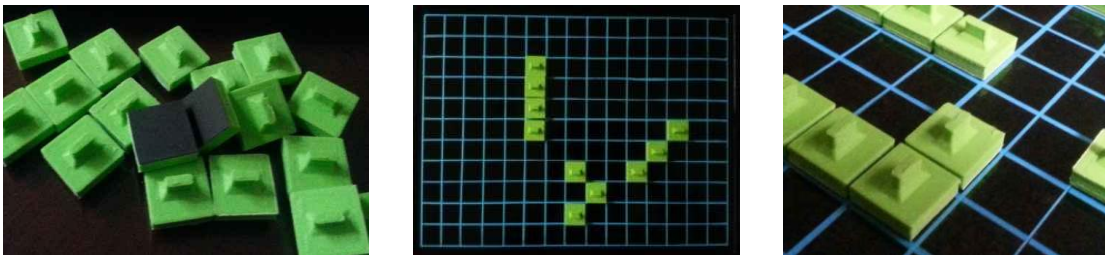


Figura 4. Tablero lúdico del “Juego de la vida” con piezas impresas en 3D

Otros de los prototipos didácticos que se han diseñado y manufacturado incluye piezas impresas complementadas con otros objetos para demostrar cómo funciona la turbina Pelton para generar energía eléctrica a partir de la caída de agua (Figura 5) y un compás de Arquímedes que permite hacer elipses.

“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

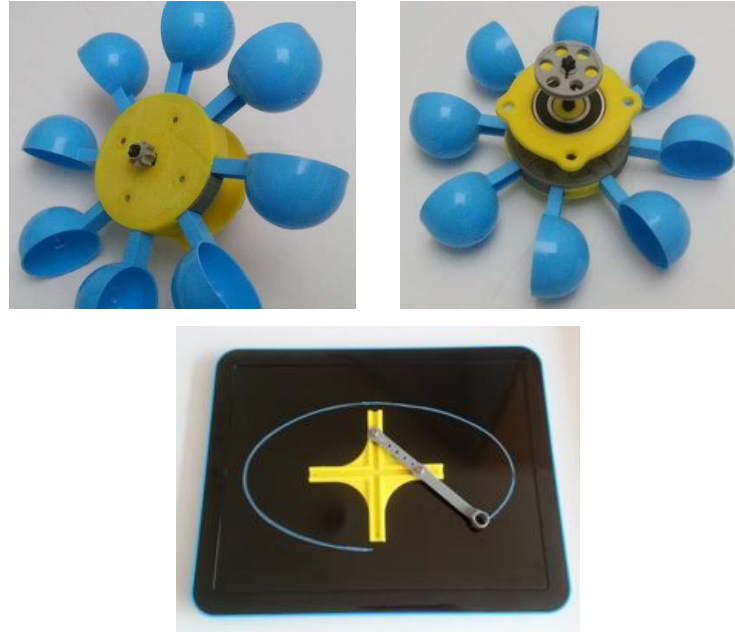


Figura 5. Sistema funcional de turbina Pelton y compás de Arquímedes

**CONCLUSIONES:** Las aplicaciones que se pueden generar en beneficio de los métodos de enseñanza de las escuelas basados en la creación de modelos y material didáctico especializado, impresos mediante el soporte de las tecnologías de impresión en 3D, no tienen límite. Tal y como se puede demostrar actualmente en los museos que ya no sólo realizan exposiciones donde el arte, la ciencia y la tecnología están conjugadas, si no que ya hay casos de museos que mediante la impresión 3D realizan piezas artísticas basadas en fractales y otras funciones matemáticas (Figura 6), mostrando al público en general otro lado desconocido de la belleza de la ciencia (Museo de las matemáticas en New York, 2012).

Algunos museos internacionales empiezan a apoyarse en la tecnología aditiva para mostrar réplicas de fósiles de dinosaurios, joyería ancestral, orfebrería artesanal, escalas miniaturas de edificios y otras muchas piezas únicas e invaluable, pero que mediante modelos y maquetas impresas en 3D, que semejan a las reales con una gran precisión, pueden ser reproducidas y mostrarse



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

en varios lugares a la vez, recordando que la impresión en tercera dimensión ya no es una moda, sino un recurso tecnológico de gran utilidad y aplicación hoy en día en múltiples campos del saber.

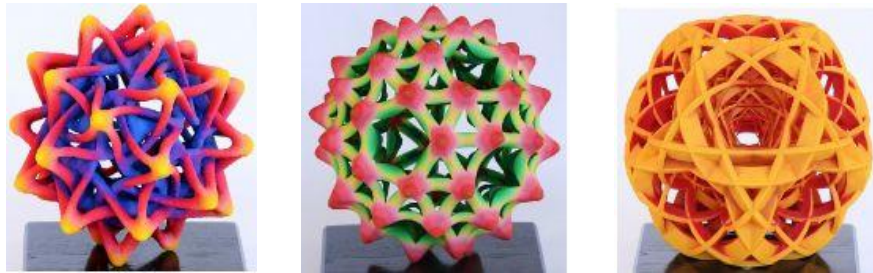


Figura 6. Esculturas del museo de las matemáticas de Nueva York, basados en modelos matemáticos e impresos en 3D

### BIBLIOGRAFIA / REFERENCIAS:

3DprintshowNewYork. (Abril de 2015). *New York, 3Dprintshow 2015*. Obtenido de sitio web de 3dprintshow.com: <http://3dprintshow.com/new-york-2015/>

Cirque Du Solei. (Enero de 2015). *Referencia de aplicación de impresión 3D en Circo del Sol*. Obtenido del sitio web de imprimalia3d.com: <http://www.imprimalia3d.com/noticias/2015/01/08/004088/circo-del-sol-se-ayudar-impresi-n-3d-crear-18000-trajes-cada>

Hawking, S. (2010). *Libro El Gran Diseño*. Obtenido de Sitio Web de Hawking.org: <http://www.hawking.org.uk/the-grand-design.html>

Imprimalia3D. (Agosto de 2015). *Portal español líder de la impresión 3D en español*. Obtenido de sitio web de imprimalia3d.com: <http://www.imprimalia3d.com/tags/moda>





## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Legacy-Effects.corp. (Diciembre de 2014). *Legacy Effects*. Obtenido de sitio web de Legacy Effects: <http://www.legacyefx.com/>

Museo de las matemáticas en New York. (2012). *impresiones 3D de funciones matemáticas en el museo de Nueva York*. Obtenido de sitio web del museo de las matemáticas en Nueva York: <http://www.accendi.es/museo-de-las-matematicas-en-nueva-york/>

Wolfram Demonstrations Project. (2015). *Demos de interaccion 3D por computadora*. Obtenido de sitio web de Wolfram Demonstrations Project: <http://demonstrations.wolfram.com/>