



LOS BENEFICIOS DE LAS IMPRESORAS 3D COMO HERRAMIENTA DE INNOVACIÓN EN LA MEDICINA

¹Ing. Karla Maribel Ortiz Chimbo. MSc.

² Ing. Harry Luna Aveiga; MSc

³ Ing. José Medina Moreira; MSc

⁴ Robin Leonardo Soledispa Tumbaco.

¹ Catedrática a medio tiempo de la Universidad de Guayaquil, Carrera Ingeniería en Sistemas, Networking y Telecomunicaciones (Facultad De Ciencias Matemáticas y Físicas)

² Director y Docente de la Carrera Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones (Facultad De Ciencias Matemáticas y Físicas) de la Universidad de Guayaquil,

³ Subdirector y Docente de la Carrera Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones (Facultad De Ciencias Matemáticas y Físicas) de la Universidad de Guayaquil

⁴ Estudiante de la Universidad de Guayaquil, Carrera Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones (Facultad De Ciencias Matemáticas Y Físicas)

¹karla.ortizch@ug.edu.ec

²harry.lunaa@ug.edu.ec

³jose.medinam@ug.edu.ec

⁴robin.soledispat@ug.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Karla Maribel Ortiz Chimbo, Harry Luna Aveiga, José Medina Moreira y Robin Leonardo Soledispa Tumbaco (2016): "Los beneficios de las impresoras 3D como herramienta de innovación en la medicina", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (junio 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/06/3d.html>

Resumen

Mediante este artículo haremos un análisis y evaluación de la evolución que ha tenido las impresoras 3d en el campo de la medicina, sus inicios en el desarrollo de prótesis, en nuevos estudios para el desarrollo de órganos y el momento en qué se estableció como un método de innovación en la medicina. La revolución de la impresión 3D pasa hoy por su aplicación en el ámbito de la medicina, donde esta tecnología ha dejado de ser una promesa para convertirse en una herramienta para los profesionales de la salud. Hay tres factores que están impulsando la tendencia: las impresoras más sofisticados, los avances en medicina regenerativa, y el software CAD (diseño asistido por computadora)

refinado. Una técnica popular en el mundo de la manufactura avanzada, impresión 3D, se ha modificado para crear, estructuras precisas en 3D de los tejidos vivos.

Palabras claves: Fundamentos, principios, desarrollo, medicina, impresora.

Summary

Through this article we will analyze and evaluate the developments that have taken 3D printers in the field of medicine, the beginning in the development of prostheses, new studies for the development of organs and the time it was established as a method innovation in medicine. The 3D printing revolution happening today for its application in the field of medicine, where this technology is no longer a promise to become a tool for health professionals. Three factors are driving the trend: the more sophisticated printers, advances in regenerative medicine, and the CAD (computer aided design) software refined. A popular technique in the world of advanced manufacturing, 3D printing, has been modified to create precise 3D structures of living tissues.

Keywords: Foundations, principles, development, medicine, printer.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías de creciente incorporación en la industria como en estudios de diseño, agencias de publicidad y centros educativos, es la de las Impresiones 3D utilizadas por los diseñadores para materializar sus diseños virtuales creados en un software de CAD.

La utilización de las impresoras 3D en diversos campos se ha vuelto muy importante en la actualidad y aún más cuando es empleado en la rama de la medicina. En todo el mundo más de mil millones de personas conviven con algunas deficiencias, entre estas, cerca de 200 millones presentan problemas funcionales y este en un número creciente y preocupante. Por lo tanto al haber un gran número de personas con alguna deficiencia, se requiere el uso de ayudas para compensar la falta de algún miembro funcional. En busca de dichas soluciones se plantean prototipos rápidos en área de la medicina, los cuales servirán de apoyos a la elaboración de procedimientos complejos quirúrgicos o la fabricación de prótesis¹

¹ Mechanical test in thermoplastic elastomers used in 3D printers for the construction of hand prosthesis, IEEE Standard CFP1418G-ART, April. 2014.

Es indudable que las impresoras 3D han venido para quedarse, que cada vez se habla más de ellas y que la rápida evolución que están teniendo hará que un día sea tan común tener una de estas impresoras como tener una impresora de papel de toda la vida. Pero, ¿cómo funcionan? En este artículo intentaremos solventar esta duda explicando cómo funcionan y qué tipos hay en la actualidad.

Las tecnologías de impresión 3D están basadas en las denominadas "tecnologías de procesos aditivos". Este concepto de fabricación aditiva describe a las tecnologías en las que un objeto es creado mediante la definición de una secuencia de capas.

Bioprinting 3D está siendo aplicada a la medicina regenerativa para hacer frente a la necesidad de tejidos y órganos adecuados para el trasplante. En comparación con la impresión no biológico, bioprinting 3D implica complejidades adicionales, tales como la elección de materiales, tipos de células, factores de crecimiento y diferenciación, y desafíos técnicos relacionados con la sensibilidad de las células vivas y la construcción de tejidos.²

II. ANTECEDENTES

Todo comenzó en 1984, cuando Charles Hull inventa el método de la estereolitografía (SLA), proceso de impresión orientado a maquetas para la prueba de prototipos antes de su fabricación en cadena. Ese mismo año crea 3DSystems, empresa líder en el mercado que permitió la utilización a nivel industrial de este proceso.

Varios años más tarde, entre 1989 y 1990, S. Scott Crump, fundador a su vez de Stratasy, desarrolló la técnica de Fused Deposition Modeling (FDM), que consistía en la creación de objetos tridimensionales mediante la superposición de capas de material fundido que posteriormente solidificaba con la forma deseada. Con el tiempo este método permitió una mayor difusión de la impresión 3D abaratando costes y permitiendo a pequeños usuarios y talleres no industriales tener acceso a esta tecnología para fines propios.

Durante la década de los noventa se refinan gran parte de estas tecnologías a nivel industrial y surgen interesantes proyectos paralelos, destacando el de dos

² S. Murphy, A. Atala, "3D Bioprinting of tissues and organs" nature Biotechnology vol. 1, pp. 1-4. August 2014

jóvenes estudiantes del MIT, que diseñaron un modelo de impresión 3D por inyección trucando una vieja impresora tradicional. Al año siguiente fundaron su propia empresa, Z Corporation, hasta ser adquiridos en 2012 por 3DSystems, su principal colaborador. A partir de ahí, la impresión 3D comenzó a perfilarse como una revolución en el mercado doméstico a través del proyecto RepRap, y es donde entra en juego la comunidad Maker. Ante los altos precios de las impresoras 3D, en 2005 el Dr. Bowyer (Universidad de Bath, UK) desarrolla la primera impresora 3D con capacidad de imprimir casi la totalidad de las piezas que la componen. Este hecho constituye la entrada del Open-source en la historia de la impresión tridimensional y un gran paso hacia su normalización en el mercado. Basándose en el proyecto RepRap, surgen a su vez varios proyectos con la misma idea, favorecer el desarrollo de esta tecnología y acercarla al mayor número posible de comunidades. De entre todos sobresale Makerbot Industries, y su modelo Makerbot.

Makerbot constituye un hito en la impresión 3D, pues surge como proyecto Open-source que a través de una fuerte comunidad de usuarios (makers) fue tomando forma una impresora que nacía con el objetivo, no ya de poder autorreplicarse a sí misma, sino de poder ser ensamblada por cualquier persona con unas habilidades técnicas mínimas, como si de un mueble de IKEA se tratase. Con esta intención se presentó la Makerbot Cupcake y la posterior Thing-O-Matic (en la foto previa), que alcanzaron entre ambas las 6000 unidades distribuidas. Al mismo tiempo surgieron comunidades de intercambio de ideas y diseños para impresoras 3D, siendo una de las más importantes "Thingiverse". A partir de 2012 Makerbot Industries dejó de formar parte de Open-source y tomó un tinte más comercial, abriendo sus propias tiendas de distribución y con la intención de ser los protagonistas del cambio industrial y social que supone esta tecnología mediante los modelos Replicator. Este cambio de rumbo no sentó bien entre la comunidad Maker y open-source que veía sus posibilidades reducidas, ni tampoco entre los propios creadores de Makerbot, con la salida de uno de ellos de la empresa.

➤ **Definición**

Una impresora 3D es un dispositivo capaz de generar un objeto sólido tridimensional mediante (y ahí radica la principal diferencia con los sistemas de producción tradicionales) la adición de material. Los métodos de producción tradicionales son sustractivos, es decir, generan formas a partir de la eliminación de exceso de material. Las impresoras 3D se basan en modelos 3D para definir qué se va a imprimir. Un modelo no es sino la representación digital de lo que vamos a imprimir mediante algún software de modelado. Por dar un ejemplo de lo anterior, con una impresora 3D podríamos generar una cuchara, o cualquier otro objeto que podamos imaginar, usando tan solo la cantidad estrictamente necesaria

de material, y para hacerlo deberemos tener la representación del objeto en un formato de modelo 3D reconocible para la impresora.

III. CARACTERÍSTICAS

Otro dato interesante es que de hecho, médicos del Hospital Universitario de Utrecht, en Holanda, implantaron por primera vez en el mundo un cráneo completo hecho con una impresora en tres dimensiones a una mujer de 22 años que padecía una enfermedad de los huesos que comprimía su cerebro³. Entonces la impresora 3D ha surgido con el objetivo para la impresión directa de células junto con materiales de enseñanza a base de hidrogel para la construcción de tejido y órganos⁴

Clasificación

En la actualidad existen tres tipos de impresiones 3D:

- Por compactación, en las que una masa de polvo se compacta por estratos.
- Por adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas.
- Por estereolitografía, donde un láser ultravioleta solidifica por estratos una resina líquida.

Impresión Por Compactación

Dentro de esta categoría nos encontramos:

1. Impresoras 3D de Láser

Donde un láser transfiere energía al polvo haciendo que se polimerice. Después se sumerge en un líquido que hace que las zonas polimerizadas se solidifiquen. Una vez impresas todas las capas sólo hay que sacar la pieza. Con ayuda de un aspirador se retira el polvo sobrante, que se reutilizará en futuras impresiones.

³ F. Ballarino, "Las impresoras 3D ya se usan en el país para crear prótesis a medida," Fortuna vol. 876, pp. 1-2, Abril 2014.

⁴ Three dimensional cell-hydrogel printer using electromechanical microvalve for tissue engineering, IEEE Standard Th2B.004, June. 2009.

2. Impresoras 3D de Tinta

Siguiendo el mismo proceso que la impresora 3D láser, el polvo composite utilizado puede ser a base de escayola o celulosa. El resultado es bastante frágil, por lo que conviene someter la pieza a una infiltración a base de cianocrilato o epoxis para darle la dureza necesaria. La ventaja es que es un método más rápido y económico, aunque las piezas son más frágiles.

3. Impresión Por Adición

Mediante este sistema se crean los objetos superponiendo capas de abajo a arriba. El software divide el gráfico 3D en capas tan finas como el diámetro del plástico de salida. Para cada capa, la impresora va desplazándose sobre el plano para soltar el plástico sobre las coordenadas adecuadas. Formando finalmente una figura en tres dimensiones.

La impresora 3D es básicamente una máquina de control numérico (CNC) de tres ejes y un extruder. El extruder es el componente que calienta y presiona el cable de plástico (la tinta) para que salga en forma de hilo fino y quede con la forma deseada.

La tinta de este tipo de impresoras 3D es, en general, plástico. Hay varios tipos, los más utilizados son ABS y PLA. Pero además del plástico, se pueden llegar a utilizar una gran variedad de materiales. En realidad, cualquiera que se mantenga en estado sólido a temperatura ambiente pero se pueda extruir con relativa facilidad a temperaturas no muy altas es válido para usarse como tinta en la impresión 3D.

Para entender su funcionamiento veamos este video donde se muestra la creación de un Yoda de forma acelerada:

Pese a que la calidad es inferior a las impresoras láser o las estereolitograficas, es el sistema por el que ahora mismo, empresas como Epson, están apostando, porque el coste de la impresora es muy inferior a otros sistemas. Hay empresas como 3dsystems que ya tienen modelos muy evolucionados, como la Cube una impresora que puedes comprar ya a un coste no muy elevado y comenzar a crear objetos 3d en tu casa.

Impresión Por Estereolitografía

Este tipo de impresoras 3D convierten materiales y composites plásticos líquidos en secciones transversales sólidas, capa a capa, con el fin de construir piezas tridimensionales precisas. Mediante este proceso, se seleccionan capas ultra finas y un láser ultravioleta solidifica la resina líquida fotosensible dispuesta en una cuba, siguiendo el patrón tomográfico de la pieza a construir. Las capas solidificadas se sumergen en la cuba, dejando paso a las nuevas capas, que son curadas una por una por el láser.

Sobre este tipo de impresoras vamos a destacar una, la FORM 1 un proyecto muy interesante que se está financiando por medio del crowdfunding, se trata de una impresora que, por un coste muy inferior del que normalmente tienen este tipo de aparatos, crea objetos 3D de una calidad extraordinaria y con un software muy intuitivo.

Resumiendo, estamos en el inicio de una gran revolución en el diseño industrial y de producto, donde cada día salen impresoras de este tipo más evolucionadas y baratas. El tema da para mucho más pero con este artículo he querido dar una pequeña introducción sobre el tema, para ir profundizando en posteriores posts sobre su utilidad y variantes tecnológicas, como las bio-impresoras, capaces de crear tejidos y órganos.

El Material Utilizado Es Abs:

El material más ampliamente utilizado para la impresión de las piezas es ABS. Es el material utilizado en las carcasas de la mayor parte de dispositivos electrónicos (televisores, teléfonos...), juguetes, etc...

Se trata de un material con una temperatura de fusión relativamente alta y una gran resistencia a los impactos, y se puede disponer de él en una enorme gama de colores.

✓ La Técnica De Impresión Que Usamos No Requiere Moldes:

A diferencia de otras técnicas de fabricación, como la de inyección de plástico, que requiere del uso de moldes que pueden llegar a ser muy caros, especialmente en el caso de que se quieran hacer pocas unidades de una pieza, la impresión 3D no requiere de ningún tipo de molde.

✓ **ES UN PROCESO MUY RÁPIDO:**

La impresión 3D permite pasar de un modelo virtual imprimible a una pieza física en cuestión de horas, a veces incluso de minutos. Es cierto que es necesario modelar previamente la pieza para poderla imprimir, pero es algo que también es necesario al utilizar técnicas de fabricación tradicionales, por lo que la impresión 3D es una alternativa ventajosa en este sentido.

✓ **Esta Técnica Tiene Muy Bajo Coste Al Tratarse De Pocas Unidades:**

La impresión 3D es especialmente ventajosa cuando lo que se busca es realizar un número relativamente pequeño de piezas. Para la producción de miles de unidades existen procesos más rápidos, pero si se trata de crear un prototipo o una pieza singular, la impresión 3D probablemente sea la mejor opción.

✓ **La Impresión 3d Es Capaz De Crear Formas Con Gran Precisión:**

Las impresoras 3D de las que disponemos en Prototyp3D con capaces de imprimir con una precisión superior a una décima de milímetro, aproximadamente el diámetro de un cabello humano.

✓ **No Utiliza Aditivos Ni Requiere Procesados Posteriores:**

La impresión 3D requiere un único proceso de fabricación para pasar de una materia prima a una pieza acabada. Existen procesos para mejorar el acabado de la pieza, pero no son imprescindibles para obtener un resultado de calidad.

✓ **El Límite Es Tu Imaginación:**

Prácticamente cualquier cosa que puedas modelar en 3D puede llegar a ser imprimible. La impresión 3D es una tecnología emergente y todavía no se conocen todas sus posibles aplicaciones.

IV. CAUSAS

El campo de la medicina es uno de los más avanzados en cuanto al uso de las impresoras 3D.

➤ **Prótesis**

Existen impresoras que son capaces de crear guías quirúrgicas y modelos dentales. Las guías quirúrgicas se usan para que el dentista sepa exactamente dónde debe colocar un implante.

Pero lo que es más sorprendente es que ya se han realizado implantes de prótesis más allá de la odontología. Es el caso de un estudiante de secundaria de Colorado, que ha creado una prótesis robótica con una impresión 3D. Este brazo robótico tiene un coste de 500 dólares, unas 160 veces inferior a los que se construyen por los métodos tradicionales, por lo que podría llegar a la mayoría de los hogares, independientemente de su poder de adquisición. El brazo es controlado por ondas cerebrales y tiene un diseño robusto y avanzado. En agosto del 2013, este estudiante estaba ya trabajando en la tercera generación de esta creación.

Por otro lado, existe un proyecto denominado Project Daniel, de Not Impossible, que fue iniciado en diciembre del 2013. Daniel Omar, de quien toma nombre el proyecto, perdió ambos brazos en la guerra del Sudán en 2012, con tan sólo 14 años. Al conocer la noticia, Mick Ebeling viajó hasta el lugar y decidió crear la fundación Not Impossible. De esta manera, inicialmente creó una prótesis de brazo para Daniel, creada con una impresora 3D. Una vez alcanzado este objetivo, se creó en Sudán la primera escuela taller de prótesis, desde la que se crean varias prótesis semanalmente. Así, un gran número de niños pueden disfrutar de lo que para ellos es un privilegio, ya que sin estas máquinas de tres dimensiones la creación de las prótesis alcanza precios desorbitados que pocas familias pueden permitirse.

Una de las grandes ventajas que ha ofrecido la creación de prótesis es que las instrucciones a seguir para crear una son públicas en Internet. Así, cualquiera puede acceder a ello y no supone un sobre coste ni económico ni de conocimiento. Una de las ventajas de este gran avance es que en el caso de los niños, que se encuentran en edad de crecimiento, se puede crear varias prótesis mientras siga su crecimiento sin tener que gastar una millonada con cada nueva. Hay muchas personas que se inician por su cuenta en este mundo de las impresoras 3D, como es el caso de un padre que descubrió estas máquinas gracias a la publicación en la web de dichas instrucciones para crear una mano.

➤ **Trasplantes**

Mucha gente sufre accidentes que le provocan heridas tan graves que necesitan una reconstrucción de algunas partes del cuerpo. Existen dos casos: que necesiten coger piel de una parte del cuerpo y colocarla en la lesión, cosa muy dolorosa, o que necesiten reconstruir algún hueso. En ambos casos las impresoras en tres dimensiones pueden ayudarnos.

En el primer caso, ya se ha dado la primera creación de un material con propiedades parecidas a las del tejido humano. Este material se forma con miles de gotas de agua conectadas y puede realizar alguna de las tareas de las células de nuestro cuerpo.

En el ámbito del segundo caso, en marzo de 2014 se le reconstruyó parte del rostro a un chico que había sufrido un accidente de moto. Inicialmente, cuando ingresó en el hospital después del accidente, intentaron la reconstrucción de la mejor forma posible pero no pudieron hacer todo lo que quisieron porque podría perder visibilidad en el ojo. Gracias a las nuevas tecnologías hicieron una recreación de su cráneo antes del accidente y, con ayuda de una impresora 3D, imprimieron unos modelos para ayudar y planificar la reconstrucción. Así, han podido recolocarle todo el rostro y hacer que sea una persona más feliz, pudiendo hacer vida normal.

Por otro lado, un grupo de médicos de la Universidad de Pekín imprimió una vértebra, siendo éste el primer caso. Se la implantaron con éxito a un niño de 12 años en una operación de 5 horas, después de retirarle la suya que contenía un tumor maligno. Esta vértebra está creada con titanio y tiene unos pequeños poros de forma que el hueso pueda crecer dentro y no obstaculice el crecimiento, de manera que no son necesarios tornillos u otras conexiones.

➤ **Órganos**

En las impresoras 3D usadas para crear órganos se usan células vivas como material para imprimir. A partir de éstas es posible generar un órgano para implantárselo a una persona. Es uno de los objetivos más esperados, ya que hay enormes colas de espera para que las personas que necesitan un órgano lo reciban, y a diario mueren varias de ellas debido a la espera demasiado larga. Existen varios grupos estudiando la creación de distintos órganos, siendo el corazón el gran objetivo. De momento, hay un grupo de ingenieros de la Universidad de Connecticut que ha creado riñones artificiales. Su objetivo es que estos órganos sean trasplantados a seres humanos y tengan las mismas funcionalidades que un riñón natural, y parece que no falta mucho para alcanzar

esta meta. Por otro lado, Organovo informó que el año 2014 saldría el primer hígado creado con una impresora de tres dimensiones. De momento el año 2013 disponían de réplicas en miniatura pero que ya tenían las funcionalidades de uno natural.

➤ Otros

La escoliosis es una enfermedad en la que la columna vertebral sufre una curvatura en forma de S o de C. Cuando esta curvatura es mayor de un número determinado de grados es necesario el uso de un corsé. Estos acostumbran a ser muy aparatosos, incómodos y antiestéticos. Es por ello que mucha gente no quiere llevarlos o disminuye enormemente su autoestima. Parece que se ha encontrado la solución, llamada Bespoke. Mediante un escaneo del cuerpo del paciente se obtienen las medidas exactas y se imprime este corsé, pudiendo tener distintos estilos y ser personalizable. Además es transpirable, por lo que aumentará también la comodidad y durabilidad.

En este caso hablamos de algo sorprendente a la par que útil. Hace unos años que surgieron las ecografías en 3D, que supuso un gran avance en este sector. Sin embargo, el año 2013 se produjo un nuevo paso: la impresión en tres dimensiones del feto. Su principal objetivo es que se puedan detectar malformaciones en los no natos, así como posibles complicaciones en el parto. De esta manera podrían evitarse y ayudar al personal médico a un mejor seguimiento del periodo de gestación del bebé. Otra utilidad es para padres con ceguera, quienes, gracias a estos objetos realizados con material fácilmente palpable, podrán saber cómo será su hijo. Sin embargo, muchos padres se están interesando en disponer de este objeto, de manera que puedan tener un recuerdo material de la gestación de su hijo.

Por último, hacemos referencia a la inmovilización de un miembro del cuerpo debido a una fractura. Normalmente se usa una escayola hecha con yeso por los médicos que tarda unas 20 horas en secarse y que se mantiene totalmente rígida, pudiendo causar rozaduras en algunos casos. Cortex Exoskeleton es un proyecto que usa una impresora 3D para crear una pieza de inmovilización con la medida perfecta de cada paciente. Para ello, se usa un escáner 3D para obtener la medida exacta del miembro y, junto con una radiografía para visualizar la rotura y su posición, se envía a una impresora que crea una pieza de inmovilización. Esta pieza es mucho más resistente y ligera que una escayola de yeso; además tiene una serie de agujeros que permiten la transpiración de la piel, impidiendo así que salgan hongos. Es una única pieza que tiene una apertura por donde el paciente introducirá el miembro y se cerrará con unas bisagras incorporadas en la estructura. Es mucho más estético y cómodo ya que no abulta demasiado, por lo

que no nos causará problemas con la ropa. Así, también se pueden imprimir muñequeras o tablillas para personas que lo necesiten.

➤ **Investigan Hacer Huesos Con Impresoras 3D**

Hoy las impresoras 3D pueden imprimir todo lo imaginable: zapatos, armas e incluso huesos. Desde hace ya algún tiempo, científicos de todo el mundo imprimen sustitutos óseos, pero los investigadores de la Universidad de Friburgo han ido un paso más allá: quieren lograr extraer de la impresora 3D huesos con sus propios vasos sanguíneos. Con este método, los implantes ensamblarían mejor con los tejidos naturales que se encuentran a su alrededor.

“Esta técnica supondría una mejora decisiva, ya que lograríamos ganar tiempo” Günter Finkenzeller, director del Departamento de Investigación de ingeniería de tejidos y Cirugía plástica de la Clínica Universitaria de Friburgo. “En este caso, solo sería necesario unir los vasos sanguíneos del propio paciente con los de la impresión en el espacio existente entre el implante y los tejidos adyacentes. El implante quedaría irrigado con sangre relativamente rápido. Con otros métodos documentados en la literatura médica, hay que dejar que los vasos sanguíneos emerjan del implante a partir del tejido adyacente, un proceso que puede durar hasta dos semanas, demasiado tarde para muchos tejidos artificiales.”

V. SUSTENTO LEGAL

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO III

DE LOS DERECHOS, GARANTÍAS Y DEBERES

Capítulo 4

De los derechos económicos, sociales y culturales

Sección novena

De la ciencia y tecnología

Art. 80.- El Estado fomentará la ciencia y la tecnología, especialmente en todos los niveles educativos, dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad, el

manejo sustentable de los recursos naturales, y a satisfacer las necesidades básicas de la población.

Garantizará la libertad de las actividades científicas y tecnológicas y la protección legal de sus resultados, así como el conocimiento ancestral colectivo.

La investigación científica y tecnológica se llevará a cabo en las universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos y tecnológicos y centros de investigación científica, en coordinación con los sectores productivos cuando sea pertinente, y con el organismo público que establezca la ley, la que regulará también el estatuto del investigador científico.

VI. CONCLUSIONES

- Hemos llegado a la conclusión de que este tipo de avance en la tecnología como son las impresoras 3D aplicados en la medicina son un gran beneficio para las personas que han perdido algún miembro o extremidad de su cuerpo o para la reparación de tejidos de órganos.
- Por medio de este tipo de tecnología se lograran salvar muchas vidas con diferentes tipos de problemas donde se pueda implementar el uso de la impresora 3D.
- Gracias a la elaboración de prótesis o implementación de tejidos u órganos ya no se tendrá que esperar un donante, si no que el órgano faltante será creado y podrá ser implantado de una manera más rápida y sin perder tiempo vital para el paciente.
- Ya que se están generando nuevos estudios para implementar nuevas técnicas al momento de desarrollar y diseñar los implantes y así a cortar el tiempo que lleva en generar una prótesis, tejido u órgano.

VII. BIBLIOGRAFÍA

<https://telecotowalk.wordpress.com/2013/11/01/la-historia-del-futuro-industrial-como-surgio-la-impresion-3d/>

<http://www.impresoras3d.com/bioimpresion-3d-de-tejido-nervioso/>

<http://www.impresoras3d.com/imprimen-una-replica-de-columna-vertebral-para-ensayar-una-delicada-operacion-en-china/>

<http://bloc.meddia.net/es/introduccion-a-las-impresoras-3d#sthash.ZHSFzS2z.dpuf>

<http://www.impresoras3d.com/medicos-chinos-trasplantan-con-exito-una-cadera-gracias-a-la-impresion-3d/>

<http://hipertextual.com/2014/07/impresion-3d-medicina>

<http://www.impresoras3d.com/medicos-crean-un-menisco-de-rodilla-impreso-en-3d/>

<http://www.laboralcentrodearte.org/es/files/2013/bloglaboral/breve-introduccion-a-la-impresion-3d>

<http://www.3dimpresoras3d.com/que-es-una-impresora-3d/#sthash.cxEvXudY.dpuf>

<http://prototyp3d.unizar.es/caracteristicas>

<http://www.impresoras3d.com/la-vieja-ortodoncia-de-hierro-se-despide-para-dar-paso-a-los-alineadores-invisibles/>

<http://www.elcomercio.com/tendencias/salud/aplicaciones-de-impresora-3d-revolucionan.html>

VIII. REFERENCIAS

- [1] Mechanical test in thermoplastic elastomers used in 3D printers for the construction of hand prosthesis, IEEE Standard CFP1418G-ART, April. 2014.
- [2] S. Murphy, A. Atala, "3D Bioprinting of tissues and organs" nature Biotechnology vol. 1, pp. 1-4. August 2014
- [3] F. Ballarino, "Las impresoras 3D ya se usan en el país para crear prótesis a medida," Fortuna vol. 876, pp. 1-2, Abril 2014.
- [4] Three dimensional cell-hydrogel printer using electromechanical microvalve for tissue engineering, IEEE Standard Th2B.004, June. 2009.
- [5] Anonyms, " PROTESIS CREADA POR IMPRESORA 3D " [online] <http://hipertextual.com/2014/07/impresion-3d-medicina>
- [6] Anonyms, " CREACION DE UN MATERIAL CON PROPIEDADES PARECIDAS AL TEJIDO HUMANO " [online] <http://singularshirts.com/blog/impresoras-3d-aplicadas-a-la-medicina/>