

Raúl Cruz Maldonado

LA IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL, UNA HERRAMIENTA QUE FORTALECE EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DEL ESTUDIANTE DE DISEÑO

*3D Print as tool
for strengthen the
learning & teaching
student design
process*

Raúl Ignacio Cruz
Maldonado¹
*Centro de Manufactura en
Textil y Cuero*

1 Instructor de la Tecnología en Gestión de Mercados Centro de
Manufactura en Textil y Cuero.

RESUMEN

Hoy se demanda un diseño que responda de manera especializada a las necesidades sociales y requerimientos tecnológicos que le confían los diversos campos del saber, dado que en el entorno nacional es frecuente encontrar profesionales que no conectan los procesos de investigación y desarrollo, en la obtención de productos rentables y sostenibles que estén acorde a las exigencias del mercado. Por consiguiente, la presente investigación se abocó al cómo. El uso de la herramienta de impresión 3D, articulada con un trabajo interdisciplinario y la creación de un ambientes educativos reflexivos en cuanto al uso y aprovechamiento de las tecnologías constituyen una estrategia crucial para el fortalecimiento; tanto del proceso de enseñanza-aprendizaje, como de las competencias que requieren los futuros profesionales en las diferentes ramas del diseño, para su ejercicio profesional. A través de la documentación de revistas y publicaciones digitales indexadas se identificaron las competencias que necesita dominar en forma integral el profesional del diseño hoy por hoy. Se analizaron algunas de las estrategias que empleadas por instituciones universitarias y laboratorios de Norteamérica, Oriente Medio e Inglaterra en experiencias educativas que combinaron el uso de estrategias didácticas y la impresión 3D, en un ambiente educativo. Se concluyó que la impresión 3D como estrategia y recurso didáctico posibilitó un aprendizaje significativo, en el acceso a las fases de diseño, digitalización, fabricación y comprobación en una misma herramienta, esto permitió a los estudiantes conectar efectivamente el proceso investigativo, el desarrollo de los productos y las necesidades de mercadeo; estrategia que los ha preparado para generar a la sociedad un mayor aporte social y tecnológico.

ABSTRACT

Today the world is searching a design that answer with specificity to social and technological requirements request by the different knowledge areas. In our national environment normally professionals can connect investigation and development process, for procure profitable and sustainable marketing products. Therefore the next investigation support in which way 3D print beside a Interdisciplinary work and a educational environment strengthen the learning & teaching student design process. Also next investigation support as the 3D print strengthen work skills for the different design careers.

Through documentation with indexed magazines and digital publications, the investigation identified the design competencies who the design need for professional work. Also the investigation analyzed some strategies that used university institutions and laboratories in North America, the Middle East and England in educational experiences that combined the use of 3D printing in an educational environment. The investigation concluded that 3D printing as a didactic strategy and resource made possible a significant learning, in the access to the design, digitization, manufacturing and testing phases in the same tool, which allowed the students to effectively connect the investigative process, the development of Products and marketing needs; Strategy that has prepared them to generate to the society, a greater social and technological contribution.



Colaborativo, competencias, Interdisciplinario, impresión, Revolución, Tridimensional, ubicua.

Collaborative, competencies, interdisciplinary, printing, revolution, three dimensional, ubiquitous.

1.INTRODUCCIÓN

1.2. La impresión 3D, una estrategia estructural, en las competencias del estudiante de diseño.

Aunque en el imaginario colectivo del contexto colombiano, existe la idea -que el diseño aporta principalmente propiedades estéticas a los productos, es decir: atributos que cumplen una función decorativa, de belleza o elegancia-, el mundo globalizado de hoy, muestra cada vez más la pertinencia de un diseño que responda con mayor eficiencia e innovación; tanto a las necesidades sociales de primer orden, como a las exigencias que le confían los diversos campos del saber, ejemplo: la medicina, la cibernética, la robótica, la ingeniería automotriz, la museografía, la industria de la moda, el retail y la exhibición. Estos requerimientos se originan como consecuencia de la competencia entre factorías, como ilustra sobre las competencias del diseñador en la industria, Martín y Silva afirman que:

Una de las fortalezas competitivas de las diferentes compañías es su conocimiento tecnológico diversificado y su compromiso con la innovación científica o tecnológica. Las competencias y habilidades que debe tener cada uno de los integrantes es sumamente importante para lograr el fin de la innovación. Así habrán de superarse los retos que actualmente se exigen como son la conciencia ambiental, cambios tecnológicos, nuevos recursos, competencias, etc., en donde las competencias del diseñador deberán marcar la pauta para tener buenos diseños, robustos, factibles, viables y confiables (Martín & Silva, 2016, p.36).

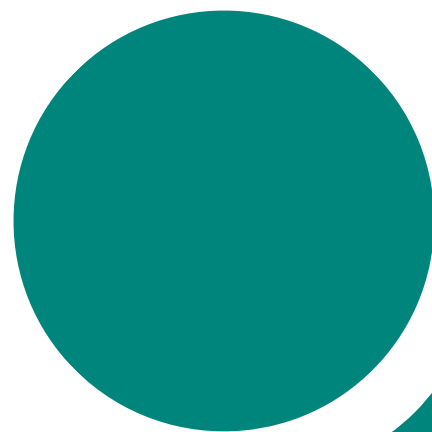
Igualmente es necesario que el egresado en diseño articule el desarrollo de sus productos o servicios, con las necesidades del mercado colombiano, ya que en la práctica y en el entorno nacional es frecuente que el profesional en diseño no consiga conectar sus procesos de investigación y desarrollo de producto, con las estrategias de segmentación, de promoción, logística y ventas, que el mercadeo exige, para obtener productos rentables o sostenibles. Lo cual lo relega a generar los mismos tipos de producto o servicio y a participar de nichos de mercado de menor aporte social y tecnológico. En esta coyuntura, la impresión tridimensional surge como una de las herramientas vitales para la producción ubicua de objetos, la cual le permite al diseñador desligarse de un sistema de producción en serie, para no depender de las economías de escala, en la introducción de un nuevo producto a un determinado mercado. También le posibilita al diseñador que la elaboración de un diseño a nivel local, pueda producirse a través de la impresión 3D, en cualquier parte del mundo donde exista esta tecnología. En otras palabras la impresión 3D se ha convertido en la nueva revolución industrial, porque según ilustra (Rifkin, 2012). De la misma manera que el internet ha facilitado a las empresas el acceso a nuevas oportunidades de negocio, a un bajo costo, así

mismo la impresión 3D tiene la propiedad de simplificar la incursión de las empresas de menor poder económico, con sus productos, en la competencia de todos los mercados. Esto quiere decir que la impresión tridimensional, sustituirá en gran medida los procesos de fabricación de bienes en serie o en lotes, reduciendo drásticamente las inversiones en inventarios así como el transporte de los mismos hacia los mercados, al ser posible fabricarlos en lugares cercanos a los consumidores, ejemplos de esta transformación se están dando en las industrias de alimentos, construcción de vivienda, prótesis, autopartes para citar algunas, optimizando las cadenas de suministro de estos mercados.

La impresión 3D es un recurso pertinente para el desarrollo de las competencias en razonamiento espacial, resolución de problemas, construcción de procesos de pensamiento, comunicación, innovación y tecnología, como se puede evidenciar en la experiencia del centro de innovación y laboratorio de Emiratos Árabes Unidos –UAE- en la cual esta herramienta se integra con diferentes disciplinas.

Los estudiantes desarrollan una comprensión de las características y el alcance de la tecnología además de

la propiedad del diseño como resultado de la reducción de la brecha entre el conocimiento teórico obtenido por el sujeto abstracto y las aplicaciones tangibles entregadas por la robótica. Cuando los estudiantes aprenden robótica adquieren una fuerte mezcla de principios de ingeniería, comunicación, diseño, análisis de prueba, uso de sensores, controles de motor y la estructura de los mecanismos, pero también otras habilidades como la perseverancia, el trabajo en equipo, el espíritu desafiante, la seguridad, la planificación y la gestión de proyectos (UAE, 2010, p.126).





Hoy la impresión tridimensional funciona como herramienta tecnológica que facilita a los diseñadores la conexión entre modelos diseñados virtualmente, a través del computador y su fabricación en físico, por ejemplo, de piezas plásticas y metálicas, las cuales se emplean en el sector automotriz, médico, electrónico, ingeniería, robótica, agrícola, entre otros. Así lo señalan Berchon & Luyt (2016) la impresión 3D facilita al diseñador explotar su imaginación, desprenderse de los patrones tradicionales de fabricación y eficiencia en los procesos de manufactura. Además, permite demostraciones aplicadas para la comprobación práctica y funcional de hipótesis, teorías y la validación de prototipos de gran aporte social y tecnológico, a las diferentes áreas del diseño. De ahí que sea relevante la incidencia de la introducción del recurso de la impresión 3D en las propuestas educativas innovadoras, para el desarrollo de las competencias cognitivas, comunicativas, de resolución de problemas, de razonamiento espacial, de innovación, tecnológicas y sociales, que la sociedad, demanda en los productos y servicios. Además, la impresión tridimensional puede funcionar como un recurso tecnológico, en una estrategia pedagógica. Roque y Valverde (2015) plantean que les permite a los estudiantes, de un lado promover el uso de las tecnologías emergentes

y de otro conceptualizar las nociones de espacio que permanentemente requieren en el diseño, digitalización, fabricación y comprobación de sus proyectos y productos. El proceso de comprobación de un producto a través de la herramienta de impresión 3D, logrado desde la etapa de diseño y modelado virtual le permite al estudiante verificar el fenómeno que ocurre en la realidad y la conexión existente entre los principios teóricos, cuando éstos son materializados tridimensionalmente; hechos que posibilitan una relación dialógica entre el alumno, quien opera el medio tecnológico y el producto, convirtiendo de tal manera al recurso de la impresión 3D en una herramienta esencial. Roque y Valverde (2015) señalan que la impresión 3D es una herramienta de comunicación, la cual contribuye en las interacciones de los agentes educativos y en la transformación del entorno educativo, como otra condición que favorece la ampliación de las nociones y de los nuevos hallazgos a nivel del conocimiento y de la práctica. En efecto, el uso de la impresión 3D fortalece el proceso de enseñanza aprendizaje del estudiante de diseño, a la vez que apoya la labor del docente y posibilita el ambiente educativo para el desarrollo de las competencias cognitivas, comunicativas, tecnológicas y sociales en las interacciones que se generan en este contexto.

2. CONTENIDO

La necesidad fundamental, es que los estudiantes de diseño desarrollen de manera integral las competencias comunicativas, cognitivas, tecnológicas, sociales, y de razonamiento espacial. Apoyados en una herramienta tecnológica emergente y una estrategia que los prepare para el desempeño profesional, es así que la investigación se ha desarrollado a partir de la pertinencia e importancia de

la impresión 3D *como una herramienta para fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje del diseñador*. Para ello se planteó como pregunta orientadora del proyecto: ¿De qué forma se puede utilizar la impresión 3D para fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje del estudiante de diseño? Esta inquietud marcarían la búsqueda y exploración de esta investigación, que permitiría entender y determinar cuáles son las competencias que necesita desarrollar el estudiante de diseño en la etapa de pregrado, para su desempeño profesional. Así como identificar de qué forma se puede utilizar la impresión 3D

en el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de diseño. Permitiendo establecer como hipótesis que la impresión tridimensional por sus propiedades podría funcionar como elemento estratégico y como recurso didáctico en combinación con la metodología de enseñanza por proyectos; la resolución de problemas; el estudio de caso. Para el fortalecimiento del proceso enseñanza - aprendizaje y por lo tanto en el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes de diseño, que siguieran este modelo de aprendizaje.

2.1. La impresión 3D en los ambientes educativos de formación en diseño.

En esta parte de la investigación se presenta el funcionamiento de la impresión 3D, en el proceso de enseñanza - aprendizaje, dentro del contexto de algunas instituciones universitarias y laboratorios de Norteamérica, Oriente medio e Inglaterra, porque ésta constituye uno de los principales recursos de la

tecnología emergente y como se evidenciará, su uso en la práctica pedagógica incide en la transformación de las relaciones entre los estudiantes y el profesor, así como en la construcción del ambiente educativo, del conocimiento y de las competencias: cognitivas, comunicativas, de resolución de problemas, de razonamiento espacial, de innovación, tecnológicas y sociales. En el trabajo orientado desde los proyectos y la resolución de los problemas, estrategias que combinadas con el uso de la impresión 3D fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de diseño, según se desprende de la exploración y de las experiencias innovadoras, realizadas en algunas universidades y laboratorios, en la actualidad.

2.1.1. ¿Cómo funciona la impresión 3D en aula?

La tecnología 3D es una herramienta cuyo uso permite fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que vincula a través de este, tanto el aspecto estratégico de la gestión del conocimiento, como el uso de este recurso tecnológico, en el desarrollo de las competencias del diseñador, así como de otras carreras afines a este campo de conocimiento. Según Roque y Valverde (2015) la inclusión de la impresión 3D, una de las tecnologías de la información y la comunicación, en el desarrollo de proyectos en el aula, posibilita prácticas interesantes con los estudiantes para fortalecer el proceso de enseñanza- aprendizaje ya que facilita el desarrollo, entre otras, de las competencias cognitivas y espaciales en la interacción que se establece entre el profesor, los alumnos, el medio tecnológico,

y el ambiente educativo. La tecnología de la impresión tridimensional es la que permite convertir un archivo digital 3D, en un modelo físico, usando diferentes clases de materiales como plásticos, cerámicos, metálicos incluso fibras naturales, para aplicarse en un proceso de fundición por delgadas capas. Romero y Vaca (2015) afirman:

La impresión 3D es un conjunto de fases sucesivas que permite hacer objetos tridimensionales sólidos a partir de un modelo digital. La impresión 3D se logra utilizando procesos aditivos, que es la creación de objetos tridimensionales mediante capas sucesivas de material fundido (p. 23).

Esta tecnología utiliza un mecanismo denominado impresora 3D controlado a través de un software de modelado tridimensional asistido por computador que mueve una boquilla extrusora del material en los ejes: X, Y y Z para hacer el trabajo de impresión. Según Romero y Vaca (2015):

Incorporar este medio tecnológico en una estrategia por proyectos o resolución de problemas va a fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje del estudiante de diseño, ya que como se ilustrará posteriormente en diferentes experiencias, este recurso, alineado con

elementos estratégicos como el trabajo interdisciplinario y la resolución de problemas incide significativamente en la construcción de las competencias cognitivas, tecnológicas, sociales, comunicativas, de: resolución de problemas, razonamiento espacial e innovación. En esta parte de la investigación, el principal aporte que hace Miguel Ángel Roque en cuanto al uso de la impresión 3D en el fortalecimiento del proceso enseñanza- aprendizaje consiste en señalar que las interacciones que se establecen entre estudiantes, profesores, el recurso tecnológico y el ambiente educativo facilitan el desarrollo de las competencias cognitivas, en la medida que en sus proyectos de fabricación de productos encuentran la necesidad de conectar los conocimientos teóricos, con los prácticos, en las aplicaciones o en la resolución de problemas. Y en la medida que la herramienta tecnológica posibilita al estudiante el diseño, digitalización, fabricación y comprobación en el mismo recurso.

2.1.2. ¿Cómo funciona la impresión 3D en aula?

Las competencias están relacionadas con las habilidades que desarrollan los estudiantes,

para estar en capacidad de hacer, en un contexto determinado.

Álvarez (2004) afirma:

“saber hacer”, además de la ejecución de una tarea, requiere del conocimiento teórico y de la interacción personal y grupal, con el contexto educativo, es decir, el conocer, el saber hacer y el ser están integrados en la teoría y la práctica, lo cual se refleja también en el desempeño del individuo. (p.90)

En un enfoque de competencias, de perspectiva semejante se resalta el desarrollo de las competencias básicas o genéricas en el proceso formativo. Mertens, cómo se citó en Vargas, expone:

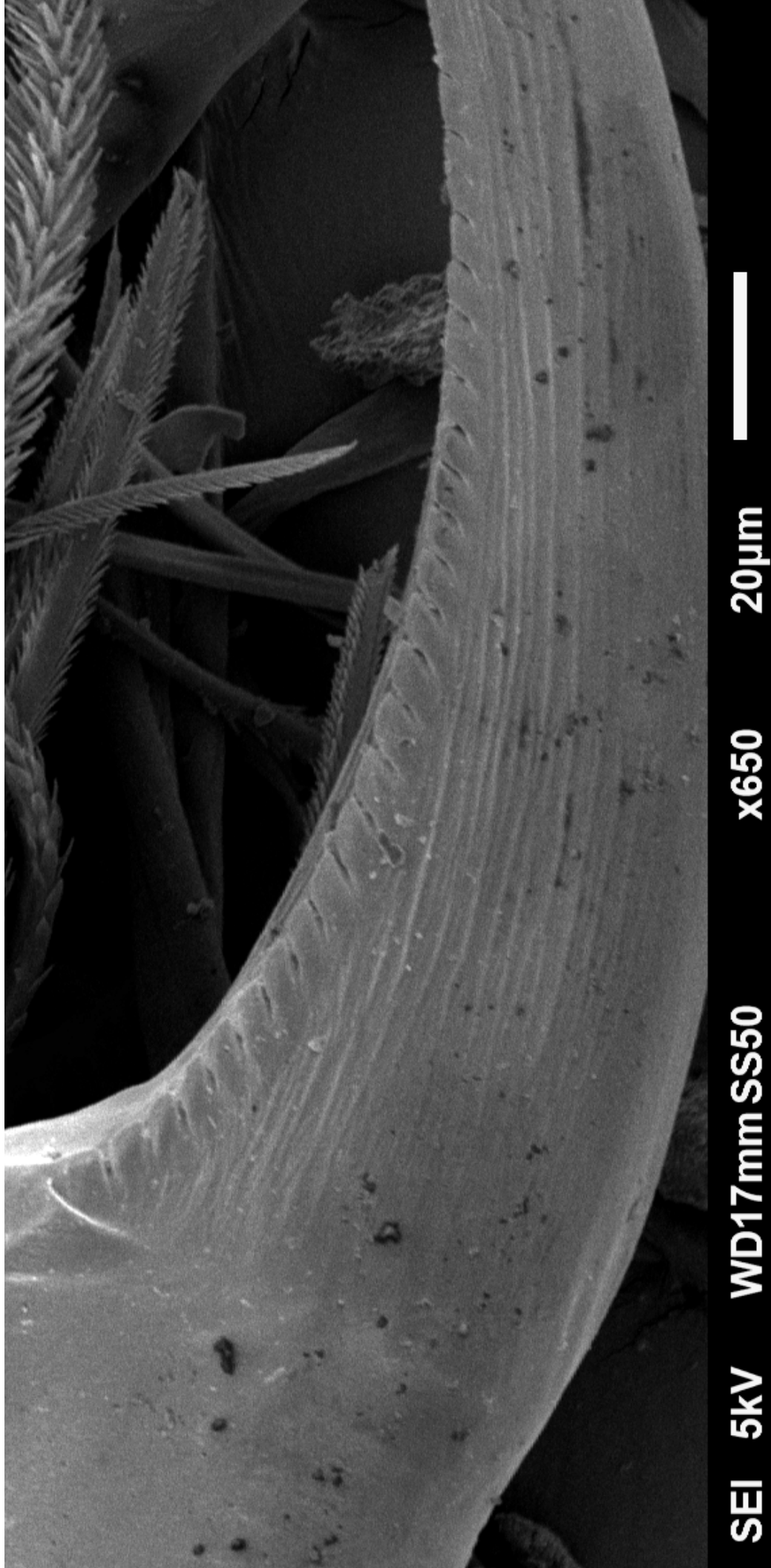
Que las competencias son en conjunto: conocimiento, capacidades y habilidades adquiridas; producto de un proceso de educación; las cuales contribuyen en la vida escolar y profesional de las personas para que se puedan desempeñar en un contexto abierto de actividades, por ejemplo en: el ejercicio de diferentes funciones, organización y adaptación ante los cambios que les ofrece la vida y el trabajo. Las competencias se refieren tanto a las habilidades técnicas, como a las actitudes y capacidades básicas o de índole general, útiles para mantenerse en un trabajo. (Vargas, 2004, p.56)

El desarrollo de las competencias depende en buena medida de la herramienta pedagógica y del manejo que se haga de ésta. Las competencias, según concluye El Instituto Tecnológico Metropolitano –ITM– en el documento electrónico Orientaciones pedagógicas para la implementación del enfoque por competencias. “Son un conjunto de valores, actitudes, conocimientos y habilidades, que le permiten al individuo analizar situaciones problema del orden académico, social y personal para tomar decisiones pertinentes e implementarlas en un contexto determinado, y que puedan ser evaluables” (Begué Ana, et al., 2011, p. 22)

La inclusión de la herramienta de impresión 3D, en el seguimiento que se hizo al estudio de caso, sobre la ejecución de un proyecto de robótica (asignatura de diseño), realizado en un centro de innovación o laboratorio de ambiente educativo, en Emiratos Árabes Unidos donde se combina el uso de dicho recurso tecnológico con el sistema: Science, Technology, Engineering and Mathematic –STE–, integración de dichas disciplinas, muestra que el manejo de esta estrategia pedagógica contribuye en el desarrollo de la competencia para la resolución de problemas, por parte de los estudiantes, frente a un caso particular, además de las competencias cognitivas, comunicativas, de razonamiento espacial, de

innovación, tecnológicas y sociales. Los estudiantes realizan el diseño la prueba y la fabricación de los productos (robots), en una sola herramienta. El proceso de enseñanza-aprendizaje en el caso analizado contribuye a reducir la brecha entre el conocimiento teórico y la comprobación de éste en las aplicaciones tangibles de la vida real, las escuelas y las industrias. Esto, si se tiene en cuenta que en otras experiencias donde no se trabaja de forma interdisciplinaria y con el apoyo de dicho recurso tecnológico, el estudiante va a requerir tomar mayor tiempo y recurrir a un mayor número de procesos y herramientas tecnológicas, cuando se trata de verificar. La fusión de la impresión 3D con el sistema STEM en el desarrollo de la asignatura de diseño, la robótica, facilita a los estudiantes y maestros conectar la matemática y la ciencia con aplicaciones prácticas. Mahil (2016) asevera que ellos aprenden en este medio educativo los conocimientos necesarios para ofrecer respuestas a los problemas que se les planteen en el aula o laboratorio. En esta experiencia, con el uso de la impresión 3D y la metodología STEM, los estudiantes también desarrollan una comprensión de las características y el alcance del medio tecnológico, además de valorar la propiedad del diseño, en cuanto a su capacidad para verificar al conocimiento, en las aplicaciones prácticas de la realidad.

Del análisis de este tipo de casos se infiere que el uso de la herramienta 3D en una estrategia pedagógica que fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseñador, porque le posibilita el desarrollo de competencias propias para el ejercicio de su profesión, como son: las cognitivas, de comunicación, de razonamiento espacial, de resolución de problemas, sociales y tecnológicas, en un ambiente educativo de innovación.



2.1.3.

Funcionamiento de la impresión 3D como herramienta pedagógica, en el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Una herramienta pedagógica está conformada por los elementos estratégicos y los medios tecnológicos que los agentes educativos emplean para diseñar e implementar un plan estratégico, con el fin de generar actividades, procesos de enseñanza significativos y una dinámica de trabajo disciplinar, que conduzca al desarrollo de las competencias. En un proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde la construcción del conocimiento es auto-estructurante, es decir donde el alumno es una agente activo, en una relación dialógica con su maestro y compañeros, se posibilita la interacción con los medios tecnológicos y el ambiente educativo. Begué señala “Las didácticas activas contemplan el aprendizaje colaborativo y cooperativo; transforman la relación del estudiante con el maestro; del estudiante con el conocimiento, y del estudiante con el medio” (Begué,

et al, 2012, p.19)

En este mismo sentido, en las didácticas contemporáneas el recurso metodológico, la motivación y la secuencia son vitales. De Zubiría (2002) explica que la motivación es indispensable en el aprendizaje sostenido para el dominio de una disciplina ya que ésta incide sobre los procesos mentales y la persistencia, mientras que la secuencia puede ser flexible de acuerdo con los propósitos trazados y se privilegia, el recurso metodológico de acuerdo con los objetivos de aprendizaje que se establezcan, en la tarea básica de aprender haciendo, por lo cual los estudiantes experimentan, manipulan y socializan los aprendizajes. En la perspectiva del enfoque por competencias, éstas orientan la construcción del saber, el saber hacer y el saber ser en contexto, en una dinámica centrada en el estudiante y con la mediación del docente. Begué, et al. (2011) expone:

Formar por competencias es permitir al estudiante participar de manera activa en el desarrollo de sí, en la construcción de saberes e interacciones moderadas por la razón, la experiencia, la crítica sustentada y el estímulo del juicio propositivo, al pretender no sólo conocer el problema, sino al hacerse parte activa del análisis y la formulación de posibles soluciones (p. 22).

Si se retoma como ejemplo el análisis del estudio de caso sobre el uso de la herramienta 3D y la estructura STEM en el laboratorio de innovación en Emiratos Árabes Unidos, los resultados de tal experiencia, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de diseño, la robótica, muestran que éste se fortalece cuando los estudiantes son capaces de diseñar diferentes tipos de robots, que resuelven un problema diferente, tras el proceso de diseño de ingeniería, mediante la identificación del problema, cómo puede ser solucionado, qué atenderán los alumnos en la solución y los criterios de éxito. La estrategia interdisciplinaria y el uso de la impresión 3D, motiva a los estudiantes en la búsqueda de soluciones y a mejorar su desempeño en experiencias posteriores. “Los estudiantes describen en el proceso educativo del caso estudiado con amplia libertad las propuestas de solución y sugerencias de asesoramiento para mejorar su resultados” (Mahil, 2016, p.30). Otro componente de la herramienta pedagógica es el de las estrategias metodológicas y didácticas. Según Begué et al. (2011) entre éstas:

... estrategias específicas como el aprendizaje colaborativo, la didáctica problémica, el estudio de casos y el aprendizaje basado en proyectos, entre

otras, conduce al estudiante a la formulación de relaciones trascendentes que le permiten generar reflexiones y propuestas que implican lo disciplinar, lo humano y lo social, en procura de contribuir al desarrollo de un nuevo modelo de ciudadano. Adicionalmente, la generación de un ambiente académico, físico y de relaciones, mediado por el respeto, el trato ecuaníme y la palabra como medio de reconocimiento propio y del otro (p.21).

Las didácticas contemporáneas privilegian el componente de las estrategias metodológicas. De Zubiría (2002) analiza que éstas en sus didácticas dan mayor valor a la enseñanza que proviene de experiencias o fuentes vivenciales porque los estudiantes aprenden para desempeñarse en contextos reales. Las estrategias metodológicas también las dan relevancia a la creación de condiciones de aprendizaje (ambiente educativo), el empleo de recursos metodológicos como el aprendizaje basado en problemas, la introducción de los procesos de pensamiento (comparación, análisis, síntesis, abstracción) como elementos de interacción, con el conocimiento y las herramientas tecnológicas. Se da también valía al rol protagónico del estudiante, a la secuencia metodológica, en función de las metas de aprendizaje y a

una didáctica funcional, para que el estudiante aprenda a desempeñarse en contextos, con sentido propio. Características que corroboran las estrategias metodológicas y didácticas que se fusionan con el uso de la impresión 3D. Ya que éste medio tecnológico, además de funcionar como una herramienta pedagógica y didáctica, funciona además como un plan estratégico, cuando va de la mano con el proceso de construcción del conocimiento, con el trabajo por proyectos y la resolución de problemas, elementos estratégicos que dinamizan y motivan el trabajo en equipo, guiado por el docente mediador; donde de común acuerdo estudiantes y profesor establecen sus propósitos, el manejo del tiempo, los conocimientos previos y la manera cómo van a aplicar los nuevos principios teóricos en la generación de sus productos o de las soluciones, cuando no, de comprobaciones, que a través de la impresión 3D pueden evidenciar en forma real. En efecto, el diseñador, además de fortalecer el conocimiento, la habilidad en el manejo de la herramienta 3D en la comprobación de sus productos, el desempeño en el trabajo interdisciplinario y en equipo, encuentra en: las estrategias por proyectos y resolución de problemas, la oportunidad de transformar su manera de relacionarse con los demás,

en el ámbito intergrupar, con la ciencia, el saber y la tecnología. En Colombia el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) incluye la impresión 3D dentro de las tecnologías que soportan la formación de sus aprendices en confección, calzado y marroquinería. Esta formación se basa en un enfoque sistémico de formación por competencias. SENA (2014) recalca que el proceso de formación impartido en la institución articula lo tecnológico y social para el desarrollo de los procesos cognitivo, procedimentales y actitudinales que le permitirán al aprendiz desempeñarse de manera crítica en entornos sociales y productivos. El aprendizaje por competencias en el SENA se contextualizan en un programa o proyecto de formación, que desarrolla en los estudiantes las habilidades relacionadas con el *saber, hacer y ser*, en el escenario del trabajo, con el fin de consolidar a través de experiencias significativas los desempeños, los cuales evidenciarán los estudiantes en los entornos sociales y productivos. En este apartado de la investigación el aporte de los autores converge en mostrar que el componente de la herramienta pedagógica, en cuanto a las estrategias metodológicas y didácticas privilegia las experiencias reales para fortalecer el desempeño del estudiante

en diversos contextos; el papel activo del estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje; los procesos de pensamiento, en el análisis y resolución de problemas, la construcción del ambiente físico y académico a través de las interacciones entre los agentes educativos y el medio tecnológico para generar reflexiones críticas, mediadas por la comunicación y el respeto, así como el aprendizaje basado bien sea en problemas o por proyectos, estudios de caso y trabajo colaborativo.

2.1.4. Estado del arte sobre el uso de la impresión 3D, en el proceso de enseñanza – aprendizaje

NMC Horizon Report es un informe sobre las aplicaciones de nuevas tecnologías emergentes para la educación superior. En su reporte sobre educación superior del 2016 habla sobre cómo las instituciones de educación superior están creando espacios denominados Makerspaces -espacios para desarrollar nuevos productos e ideas- los cuales están orientados a la formación de estudiantes en el desarrollo de nuevas capacidades acordes a un mundo en constante transformación. The New Media Consortium NMC Horizon

(2016) expone que el principal objetivo de los makerspaces consiste en brindar un espacio para que los estudiantes forjen el hábito del aprendizaje permanente, para la solución creativa de problemas y a la vez fortalezcan el pensamiento complejo, con la finalidad de iniciar startups (emprendimientos o negocios nuevos).

Los makerspaces se están desarrollando en diferentes partes del mundo, como en China y Estados Unidos, donde la creación de estos espacios fomenta el emprendimiento y la innovación. Así señala cómo se han realizado alianzas entre cuarenta campus de Instituciones educativas en Estados Unidos, las cuales fomentan la propagación del aprendizaje activo, el enfoque interdisciplinario y la innovación para la educación superior. (NMC Horizon, 2016). La universidad de Texas Austin y la universidad de Massachusetts en Estados Unidos, se consideran pioneras en el uso de la impresión 3D, de acuerdo con The New Media Consortium. –NMC- Horizon (2013) señala:

La impresión 3D ha ganado mucho terreno en diversos campos, como la arquitectura, el diseño industrial, el diseño de joyas y la ingeniería civil. Los primeros ejemplos conocidos se remontan a mediados de los ochenta en University of Texas (Austin), donde se creó la tecnología láser sintering, aunque el equipo era muy

voluminoso y caro. El término impresión 3D se acuñó unos diez años más tarde en Massachusetts Institute of Technology, donde los alumnos experimentaron con sustancias no convencionales en impresoras de chorro de tinta. La impresión 3D apareció en la primera edición de NMC Horizon Report, publicada en 2004, y desde entonces le ha servido al Ministerio de Defensa estadounidense para fabricar componentes de aviones a bajo costo, a arquitectos para elaborar maquetas de edificios, y a médicos para crear miembros para trasplantes, entre muchas otras aplicaciones. (p.32)

En la actualidad el movimiento Makers impulsa el aprendizaje de esta tecnología emergente, mediante la convocatoria a diferentes comunidades para participar en la exposición de productos y obras materializadas a partir de la impresión 3D y otras tecnologías. NMC Horizon (2013) expone:

Durante los últimos años, se ha experimentado a una mayor escala en el espacio de los consumidores, específicamente en el marco de la cultura Maker, una comunidad de expertos tecnológicos que aportan el enfoque “hazlo tú mismo” a la ciencia, la ingeniería y otras disciplinas para impulsar sus avances mediante la

investigación en impresión 3D y robótica. Los participantes en las numerosas comunidades Maker del mundo entero se centran en la invención y el prototipado. (p.32)

Además la impresión 3D ha tomado gran relevancia en procesos de aprendizaje e investigación en diferentes carreras como la antropología, geología, química, medicina e ingeniería como es el caso del programa Fab Lab de Media Lab en Massachusetts – MIT- E.U. y la universidad de Heriot-Watt en Edimburgo. NMC Horizon (2013) describe:

Conforme la impresión 3D cobra impulso en la educación superior, las universidades están diseñando laboratorios e iniciativas dedicados a explorar usos creativos de esta tecnología. El programa Fab Lab (go.nmc.org/fablab), por ejemplo, se lanzó en MIT Media Lab como espacio de aprendizaje y fabricación asistida digitalmente; con un equipo constituido por máquinas de corte láser, impresoras 3D, placas de circuitos y mucho más, el proyecto se ha ampliado y pretende crear laboratorios similares por todo el mundo. La exploración del proceso de impresión 3D desde el diseño hasta la producción, así como las demostraciones y el acceso participativo, pueden

plantear nuevas posibilidades para las actividades de aprendizaje. En las escuelas de medicina, rapid prototyping ha permitido que los participantes elaboren modelos anatómicos basados en imágenes de resonancia magnética –RMN- y escáneres de tomografía axial computarizada. Al explorar estos modelos, los médicos consiguen planificar mejores estrategias para las operaciones. Las escuelas y sus programas también se encuentran en el proceso de fabricar órganos artificiales para el cuerpo humano. Los científicos de Heriot-Watt University en Edimburgo, por ejemplo, están empleando células humanas para imprimir en 3D tejidos hepáticos artificiales para su uso en laboratorio, lo cual podría aumentar la eficiencia y la fiabilidad de las pruebas de nuevos medicamentos en comparación con los métodos tradicionales, al utilizar modelos de órganos humanos en vez de animales vivos (p.33).

La impresión 3D adoptada como una nueva tecnología en la educación también contribuye al cambio de enfoque para obtener aprendizajes más profundos. el aprendizaje basado en proyectos, la investigación se genera a partir de una pregunta o un concepto, que lleva al estudiante a plantearse las metas, estrategias y

camino para comprobar nuevos conocimientos, a través de reflexión crítica, con el apoyo de la tecnología, como por ejemplo la impresión 3D, la cual le ayuda a diseñar y crear a los estudiantes de diseño e ingeniería. (NMC Horizon, 2016). El uso de este recurso ha motivado a los alumnos en el aprendizaje y el desarrollo de las habilidades, aún en proyectos difíciles.

Los bajos costos de las impresoras 3D y las materias primas para imprimir objetos facilitan su implementación con fines educativos en diferentes contextos; como herramienta didáctica para comprobación de fenómenos físicos, como modelo de validación de prototipos, como herramienta de emprendimiento, elementos en el que los estudiantes de diseño Industrial deben empezar a ser competentes en la práctica profesional. NMC Horizon (2013):

MakerBot (go.nmc.org/maker) es una impresora 3D de escritorio que permite que los usuarios fabriquen cualquier producto, desde juguetes hasta robots, pasando por muebles y accesorios domésticos o esqueletos de dinosaurios. En 2012, MakerBot Industries lanzó Replicator 2, el cual ofrecía una mayor resolución y permitía fabricar objetos de mayor volumen. Dado su precio relativamente asequible (menos de 2.500 Euros), MakerBot ha conseguido democratizar la

impresión 3D, mientras que antes esta tecnología solamente se encontraba en laboratorios especializados (p.32)

En otra experiencia educativa realizada en la Universidad tecnológica de Michigan y dirigida a estudiantes de diferentes edades se implementa una estrategia innovadora con el uso de la impresión 3D para enseñar los conceptos de robótica y control. La estrategia hace la diferencia porque es significativa, se centra en el contexto social y ambiental. Además potencia el diseño y el compromiso de quienes participan. Esta usa una plataforma que integra el diseño con la ingeniería (trabajo interdisciplinar). Utiliza la resolución de problemas, soportada en la Investigación, la aplicación valida el procedimiento utilizado para el propósito de construir un velero submarino modular. Las actividades son diseñadas para atraer el interés de los estudiantes desde la escuela media y sostenerlo a través de la universidad; se basan también en utilizar la impresión 3D y una plataforma denominada Guppie, por su carácter interdisciplinario, en la enseñanza de los conceptos de control y robótica, mientras avanzan en la construcción de los andamiajes del diseño y la ingeniería. Dicha plataforma permite la oportunidad de desplegar una estrategia innovadora en la enseñanza del diseño porque permite añadir elementos o modificarlos para facilitar el aprendizaje

de una amplia gama de conceptos e involucrar a los participantes en la resolución de problemas. Está diseñada para fortalecer las habilidades en diseño, la recopilación e interpretación de datos y la aplicación de pruebas. Posibilita además poner en juego la capacidad de los estudiantes para la solución creativa de problemas críticos, por ejemplo, en las áreas de hardware y programación. Todo ello aumenta la motivación del estudiante de diseño para el aprendizaje de conceptos más avanzados y a través del trabajo en equipo, como el proyecto de un submarino, que desarrolla en el laboratorio Autonomous System Laboratory –NAS-. Ziaeeefard, Ribeiro y Mahmoudia (2015) describen:

El equipo de diseño NAS laboratorio Autonomous System Laboratory que incluye estudiantes de pregrado y postgrado, implementa la ingeniería, el diseño del proceso e investigación de soluciones alternativas y el desarrollo del proceso del prototipo, hasta llegar a optimizar el diseño de un objeto ligero (3.5 kg), pequeño (60cm. de largo), para aguas poco profundas (10m de profundidad) y para una resistencia de 8 horas de exploración y capaz de realizar movimientos ascendentes, descendentes y circulares.(p.6)

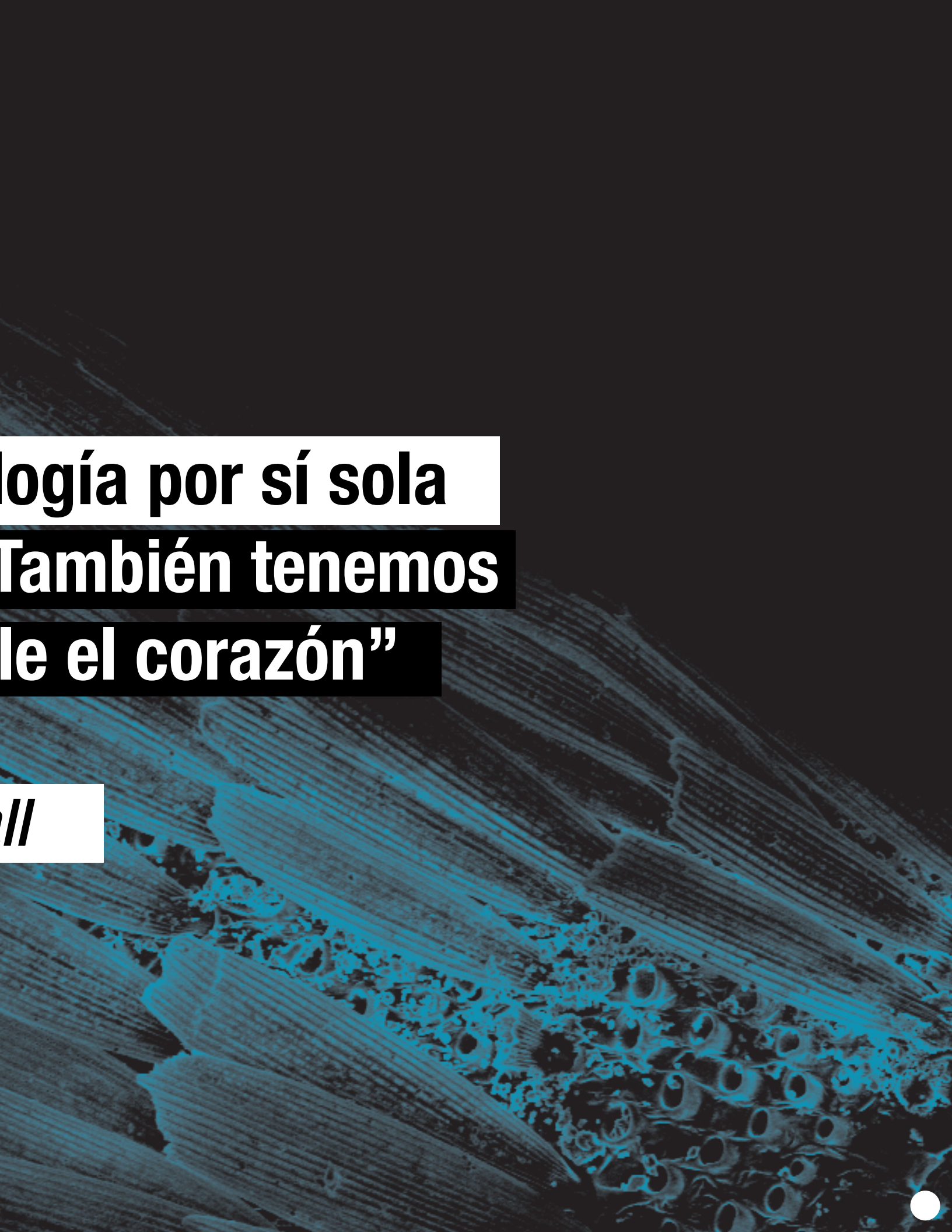
En Colombia gracias a la penetración de las tecnologías emer-

gentes de la información y de la comunicación y el internet, los estudiantes pueden tener acceso a contenidos educativos a cualquier hora, y desde cualquier lugar. En el mismo sentido del aprendizaje ubicuo, la producción ubicua permite la manufactura de objetos, en una forma autónoma e independiente del lugar y la hora. La cultura Maker como movimiento impulsa la adopción de nuevas tecnologías y la utiliza para fomentar el aprendizaje de nuevas capacidades. El enfoque del movimiento makers en Colombia se difunde en Medellín, Cali, Armenia y Barranquilla a través de eventos de divulgación de esta cultura centrada en el acercamiento de los participantes a laboratorios digitales, espacios propicios para la innovación, experimentación y construcción de experiencias que emplean no solo la impresión 3D como herramienta tecnológica. En este apartado de la investigación las posturas indican la potencialidad de la herramienta 3D para construir conceptos avanzados, en los espacios de la escuela de los Makerspaces para fomentar el emprendimiento, el trabajo interdisciplinario, la resolución de problemas, experiencias vivenciales en el laboratorio y el desarrollo de las competencias para la innovación, comunicación, tecnológicas, de trabajo colaborativo. Las cuales va utilizar en particular el estudiante de diseño en el desarrollo de sus productos y en su desempeño profesional.



**“La tecnología
no basta. ¿
qué poner**

Jane Goodall



logía por sí sola

También tenemos

le el corazón”

//

2.1.5. Perfil que debe caracterizar al estudiante egresado del pregrado de diseño, para su desempeño profesional.

El diseñador requiere desarrollar competencias tanto en los conocimientos específicos del diseño (*saber*), como en las competencias procedimentales (*saber hacer*) y competencias actitudinales (*saber ser*) las cuales utiliza ejercicio de la carrera. En la Escuela de Diseño de la Universidad Católica de Chile se realizó un proyecto para simular situaciones semejantes a las que se debe enfrentar un diseñador, durante su desempeño profesional, con la finalidad de mejorar la educación. Martin y Silva (2012) Plantean:

En el contexto de este proyecto se definió “competencia” como la capacidad para lograr un objetivo o resultado en un contexto dado, y hace referencia a la capacidad de un individuo para dominar un conjunto de tareas específicas o una función concreta. Las competencias pueden orientarse a distintos ámbitos, por lo que para diferenciarlas y organizarlas se utilizó el enfoque francés

que las agrupa en tres áreas: Saber, Saber Hacer y Saber Ser (...) De esta manera, dentro de esa conceptualización, el perfil preliminar quedó definido en función de 31 competencias divididas en 9 del área del Saber (conocimiento), 16 del área del Saber Hacer (habilidades, destrezas intelectuales y físicas) y 6 del área del Saber Ser (afectiva). (p.14)

En el área del saber se encuentra el dominio de temas, datos, antecedentes, asuntos especializados y hechos relacionados con usuarios y objetos tangibles o sistemas conectados al uso, en la praxis; de tal manera que el diseñador requiere ser igualmente competente en las áreas del saber, el saber hacer y el saber ser. Martin y Silva (2012) señalan en el área del saber, dominio de conocimientos históricos de diferentes temas, memoria figurativa fidedigna y las materias vinculadas al diseño (procesos industriales, productivos, dibujo asistido por computador, sociología, mercadeo, economía y emprendimiento). En el área del saber hacer: dominio de las habilidades y destrezas intelectuales y físicas en los procesos de investigación, desarrollo y resolución de problemas de diseño, que le permitan realizar la presentación y sustentación de prototipos, mediante el uso de: tecnologías, trabajo colaborativo o interdisciplinar. Por último en el área del saber ser, el diseñador

debe dominar su actitud y disposición ante los diferentes entornos; ser flexible en los diversos espacios tecnológicos y productivos, de manera que demuestre cómo valora la profesión. En la práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje en que se adelanta un proceso de conocimiento interdisciplinario, con el uso de la herramienta de impresión 3D, apoyado en la resolución de problemas o en el trabajo por proyectos y en un trabajo colaborativo.

En Colombia, por ejemplo, de manera análoga, un estudioso en la materia, Como Rodolfo P. Álvarez ha analizado las competencias y explica cómo “el concepto de competencia es bastante amplio, integra conocimientos, potencialidades, habilidades, destrezas, prácticas y acciones de diversa índole (personales, colectivas, afectivas, sociales, culturales) en los diferentes escenarios de aprendizaje y desempeño” (Álvarez Rodolfo, 2004, p.1). De donde se infiere que en dicha generalidad sobre las competencias, como en otros países, también están incluidas las áreas del conocer, el hacer y el ser.

De otro lado, alrededor de las competencias puede impartirse una educación integral, según Gonczy. “El desarrollo de una competencia es una actividad cognitiva compleja que exige a la persona establecer relaciones entre la práctica y la teoría, trans-

ferir el aprendizaje a diferentes situaciones, aprender a aprender, plantear y resolver problemas y actuar de manera inteligente y crítica en una situación” (Álvarez, 2004, p.6).

Álvarez sintetiza el estudio sobre la Educación Basada en Normas de Competencia –EBNC- en varios países como Australia, Inglaterra, Escocia, Nueva Zelanda, Alemania, Estados Unidos y Canadá) Álvarez (2004):

En todos los países que han adoptado el sistema, éste se ha establecido para asegurar que las necesidades del sector industrial sean satisfechas por la educación y capacitación vocacional. Esto ha formado parte de una amplia reforma macroeconómica que busca asegurar que el sector industrial sea competitivo en la economía global. Los problemas principales que se han observado son:

a) Sistemas demasiado reglamentados, inflexibles y complejos para el sector industrial, establecidos por una burocracia recelosa. b) Falta de previsión para asegurarse que aquellos que debían impartir la capacitación participaran en el desarrollo del sistema y fueran lo suficientemente aptos para instrumentarlo. A pesar de todo, el sistema ha sido bien recibido en amplios sectores de la industria, permitiéndoles articular sus demandas con mayor claridad que en el pasado

y poder escoger entre muchos oferentes a sus proveedores de educación y capacitación. (p. 9).

Desde una visión universal, pueden tenerse en cuenta los cuatro pilares de la educación. Aprender a conocer, concertar entre una cultura general suficientemente amplia y los conocimientos particulares de las diferentes disciplinas, en torno a problemas e interrogantes concretos. El segundo pilar requiere aprender a aprender, con el fin de aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida. El tercer pilar es aprender a hacer: adquirir no sólo una certificación profesional, sino más bien competencias que capaciten al individuo para hacer frente a gran número de situaciones previstas e imprevisitas, trabajar en equipo. El cuarto y último pilar es aprender a vivir juntos: realizar proyectos comunes y prepararse para asumir y resolver los conflictos, respetando los valores del pluralismo, el entendimiento mutuo y la paz, a través de la comprensión del otro y de las formas de interdependencia. Aprender a ser, actuar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y responsabilidad personal, para que florezca en mejor forma la propia personalidad. Con tal fin, no subestimar ninguna posibilidad de cada individuo en su proceso educativo: competencias intelectuales (memorizar, razonar, comprender, etc.), comunicativas, afectivas, estéticas, físicas, entre

otras. (Unesco, 1994). El análisis que permiten deducir la necesidad de realizar en las facultades de diseño, un trabajo más interdisciplinar y transdisciplinar, como señala Álvarez (2004):

La formación con base en competencias conlleva integrar disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores. La integración disciplinar es parte fundamental de la flexibilización curricular, particularmente de los planes de estudio, en aras de formar profesionales más universales, aptos para afrontar las rápidas transformaciones de las competencias y los conocimientos (p.20).

Las facultades pioneras en diseño incluyen en sus perfiles dichas competencias. Algunas Universidades como la Jorge Tadeo Lozano, plantea cómo promueve la educación del diseñador, mediante el diálogo reflexivo, crítico y propositivo sobre la construcción y aplicación del conocimiento en la creación de objetos, a partir de la interacción hombre - contexto y producto (Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2016). Esta forma de trabajo aborda la forma, la función, la estructura, los actos y el uso dentro del diseño. En el proceso de interacción formativa el diseñador, se prepara para hacer predicciones sobre el uso de artefactos y dispositivos. El diseñador está dispuesto a inno-

var, en la relación hombre – tecnología, el diseñador se prepara para gestionar proyectos relacionados con el conocimiento, la sociedad, el ambiente y la empresa. La introducción de la herramienta pedagógica 3D en los procesos de enseñanza–aprendizaje podría disparar el desarrollo de las competencias en general, pero en particular las tecnológicas y sociales, porque propicia el trabajo interdisciplinar y transdisciplinar, como se desprende del uso de ésta en la enseñanza del diseño. El dominio del conocimiento y del hacer específico, a lo largo de su vida y en la formación de su profesión, las competencias le permiten al estudiante y al profesional de diseño desempeñarse en un contexto real en el que transfiere sus aprendizajes a diferentes situaciones prácticas, afronta las transformaciones y necesidades sociales.

2.1.6. *Uso de la impresión 3D en el proceso de enseñanza aprendizaje del diseñador.*

La impresión tridimensional como una herramienta pedagógica y de comunicación se utiliza, por ejemplo: para la comprobación de hipótesis y teorías, porque permite a los agentes educativos evidenciar cómo se desenvuelve

el planteamiento de un modelo 3D en la realidad. De acuerdo con la siguiente consideración de Roque y Valverde (2015):

La puesta en práctica del proceso de impresión tridimensional de un modelo generado por ordenador, muestra al espectador, cómo se desenvuelve este modelo en un entorno determinado, y por lo tanto, este estudio se convierte en la primera fuente de análisis para continuar con la extrapolación de conceptos, nociones más amplias, por lo tanto observamos el funcionamiento de los objetos en espacios virtuales y cómo son trasladados a una tercera dimensión real, esto supone una interacción que perfecciona el sentido visual innato no desarrollado y por lo tanto se convierte en una herramienta de comunicación que apoya la labor docente (p.1).

De tal forma que, la impresión 3D como herramienta tecnológica y de comunicación asocia en la práctica, conceptos teóricos, con demostraciones aplicadas y de esta manera aporta al desarrollo de las habilidades cognitivas y espaciales de los estudiantes de diseño, porque les ayuda a establecer las relaciones existentes, entre los modelos virtuales y su representación física. La impresión 3D como herramienta pedagógica incluye algunos el-

ementos estratégicos y un medio tecnológico. Entre los elementos estratégicos más utilizados en el campo del diseño están: la estrategia de proyectos, la resolución de problemas, el sistema STEM, la multimedia, los juegos didácticos, y competiciones en robótica. Como se ilustra Así, En una experiencia de estudio de caso desde la perspectiva del diseño y del desarrollo del pensamiento, en un laboratorio de innovación se lleva a cabo una experiencia que fusiona en su estrategia pedagógica el sistema STEM, que consiste en la integración de las disciplinas de la ciencia la ingeniería y la matemática con el uso de la impresión 3D, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura robótica. Esta se implementa en un laboratorio donde docentes y estudiantes construyen un ambiente educativo del diseño, construcción y operación de robots. Los estudiantes son expuestos a la robótica en talleres, y se les plantean retos: deben ser capaces de diseñar diferentes tipos de robots que resuelvan problemas diferentes, tras el proceso de diseño de ingeniería, mediante la identificación de un problema y la manera de solucionarlo. Se les pide a los estudiantes construir robots con ciertas limitaciones por ejemplo la construcción de un flash inteligente con tres cubelets -módulos electrónicos-. Otro desafío puede ser conformar un equipo y diseñar un robot que

haga una tarea determinada, u operar con un control dos robots que realicen tareas alternas en el menor periodo de tiempo. En estas competencias los estudiantes tuvieron la oportunidad de aplicar el principio físico como la fuerza y explorar las implicaciones de relación de transmisión, la relación en cadena, retroalimentación de los sensores, de los comandos de control y los mecanismos de elevación. Este tipo ejercicios con retos motivan al estudiante a mejorar su desempeño en propuestas de solución y sugerencias para optimizar resultados. Los estudiantes resuelven los problemas planteados a través de un proceso de reflexión, en un trabajo grupal, donde el análisis los conduce a una solución constructiva y creativa; la estrategia los lleva a tener una mente abierta a la innovación. A través de esta estrategia los estudiantes aprenden la mayor parte del conocimiento práctico y científico que requieren para la resolución de problemas, es decir aprenden campos de la ingeniería especializados que utilizan dos o más disciplinas como la biomédica, para implementarlo en sus proyectos académicos. En este proceso de enseñanza - aprendizaje los estudiantes de diseño fortalecen los principios de las ciencias básicas en la fabricación de sus prototipos y en la práctica comprueban los objetos impresos en 3D, es decir los perciben físicamente, Pero además “fortalecen habilidades como la persever-

ancia, el trabajo en equipo, el espíritu desafiante, la seguridad, la planificación y la gestión de proyectos (Mahil & Samia, 2016)

Otro elemento clave que favorece el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje con la inclusión de la tecnología 3D es la creación de un ambiente educativo, que no solamente está dado por el recurso tecnológico como la plataforma robótica VEX IQ, si no que permite diseñar de manera digital y versátil los insumos necesarios para la fabricación o impresión tridimensional de robots o cualquier otro objeto, sino también por la interacción que esta propuesta de trabajo genera en cada equipo, entre los grupos, entre los estudiantes y los docentes, entre los estudiantes y el medio (laboratorio de innovación, en Dubai). Inicialmente los estudiantes no tenían una idea definida de cómo interactúan los mecanismos de los robots, ni cuáles son sus componentes básicos, pero a través de módulos exploran que un robot es una máquina con sentido, es decir que actúa y que piensa de manera similar a una criatura. Los estudiantes empiezan a clasificar los componentes de los robots basados en su estructura. Otro elemento en el medio importante es una plataforma que equipa a profesores y estudiantes de las habilidades y de los elementos esenciales para avanzar por los niveles de la robótica, la impresión 3D, estructura y diseño, aeromodelis-

mo, electrónica, código informático, ciencia investigativa, para generar la innovación. Un nuevo elemento estratégico que se conjuga con uso de la impresión 3D en esta experiencia es la competición de robótica. “Una combinación de la ciencia, la tecnología y educación” (Mahil Samia, 2016, p.126). La competición incide en la construcción de habilidades de los estudiantes, en el pensamiento lógico, la planificación estratégica y el trabajo en equipo, además de las capacidades de innovación y creación.

El uso pedagógico de la impresión 3D posibilita a los estudiantes de diseño conocer y apropiar a fondo los conceptos teóricos de Física, geometría descriptiva, resistencia de materiales, mercadeo, entre otros. E instrumentales de Software, hardware, dispositivos y materias primas del mercado; para imprimir modelos tridimensionales, lo cual requiere de la creación de un ambiente educativo, en el que los estudiantes desarrollen sus competencias del conocer, el hacer y el ser, aterrizadas en las necesidades del mercado colombiano, de modo que el diseñador en su labor profesional, le imprima con preponderancia, esas mismas propiedades a sus diseños o productos. Sobre las competencias de creación, innovación y emprendimiento señala. “La impresión 3D tiene el potencial de empoderar a los emprendedores y a las empresas

de nueva creación, de todos los tamaños, ayudándolos a llevar sus productos al mercado más rápidamente, fomentar el resurgimiento de la fabricación a pequeña escala y resolver problemas complejos de ingeniería y de salud pública” (Comalat-Navarra, 2015, p.190). Puesto que el logro se obtiene consolidando el desarrollo de las competencias del estudiante de diseño; cognitivas, comunicativas, de resolución de problemas, de razonamiento espacial, tecnológicas, sociales y de innovación y para lo cual la impresión 3D funciona como el recurso que posibilita el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en su formación, con el fin de que los profesionales del diseño, en el ejercicio de su profesión estén en la capacidad de incursionar en los diversos campos de la medicina, la cibernética, la ingeniería, la robótica, la medicina, la exhibición, el retail, conocimientos que lo afianzan en su desempeño.

El aporte de los autores en este apartado apunta a mostrar que la impresión 3D funciona como herramienta de comprobación de hipótesis y teorías porque muestra cómo se desenvuelven los productos que se obtienen a través de este medio en el contexto real. De otra parte el aporte señala que el planteamiento de retos incentiva a los estudiantes a mejorar su desempeño en las diferentes propuestas que presentan para la resolución de problemas desde el diseño, en la construcción creativa y producción de sus productos. Otro elemento estratégico alineado con la impresión 3D es el de la competición, que incide en la construcción del pensamiento



2.1.7. *El uso de la impresión 3D fortalece el proceso de enseñanza – aprendizaje del diseñador.*

La impresión 3D funciona como una herramienta tecnológica y de comprobación entre planteamientos teóricos y prácticos. Con ella se puede introducir la tecnología emergente y la resolución de problemas. Como una estrategia prioritaria para ser desarrollada por los estudiantes la resolución de problemas ejercita la creatividad, las habilidades operacionales formales, el razonamiento proporcional y el pensamiento lógico deductivo. Zubiría (2002) afirma: “Dado que el proceso de resolución de problemas está ligado en la realidad, al proceso de crear soluciones y al proceso mediante el cual el hombre inventa su propia cultura, el uso sistemático de esta herramienta, posibilita al estudiante de diseño, en su formación, no sólo el desarrollo de los procesos señalados sino el de la creación, para innovar y transformar en un contexto determinado, de modo que “Hace falta estar convencidos de que las habilidades para usar efectivamente el conocimiento en contexto significativo (competencias operacionales) debe ser la meta del aprendizaje y por ende las

habilidades su contenido fundamental”” (p. 93). Otra manera de usar la herramienta 3D consiste en emplearla en la construcción de conceptos y conocimientos, en la estrategia de estudio de caso, para que los estudiantes desarrollen habilidades, tanto en la elección de la tecnología de impresión 3D apropiada, de acuerdo con la intención del diseño, como en la selección adecuada de los materiales, que se vayan a emplear para los productos. García (1998) afirma que: “Como la estrategia se fundamenta en el principio de enseñar a pensar, aporta a los estudiantes elementos para establecer la relación entre la ciencia y la producción un pensamiento creador que les permita resolver los problemas de la producción y de la vida diaria” (p.22) La herramienta de impresión 3D permite a los estudiantes la comprobación, en un ambiente educativo donde éstos asumen un rol que los condiciona para asumir un problema que puede ocurrir en condiciones semejantes a las de la realidad; por ejemplo dar participación a un nicho de mercado. Además, la impresión 3D favorece una educación integradora, por ser una herramienta transversal, que genera prácticas concretas. A través de esta herramienta los estudiantes ejercitan los procesos de pensamiento, conjugan diferentes conocimientos, el pensamiento creativo, el razonamiento analítico, trabajo colaborativo y las habilidades en el manejo de las

TIC, cuando desarrollan el proyecto de un objeto o producto, para un grupo social específico, con unas necesidades determinadas. Tejedor, Martínez y Albert (2014) sostiene que:

Las impresoras 3D pueden ayudar a la comprensión desde problemas a experimentación, laboratorios, análisis de elementos o cuerpos, a mejorar el conocimiento del diseño asistido por ordenador y en general a programar maquetas y objetos. Son una forma empírica y concreta de reproducir ideas abstractas que sobre el papel, pueden resultar menos accesibles (p.23)

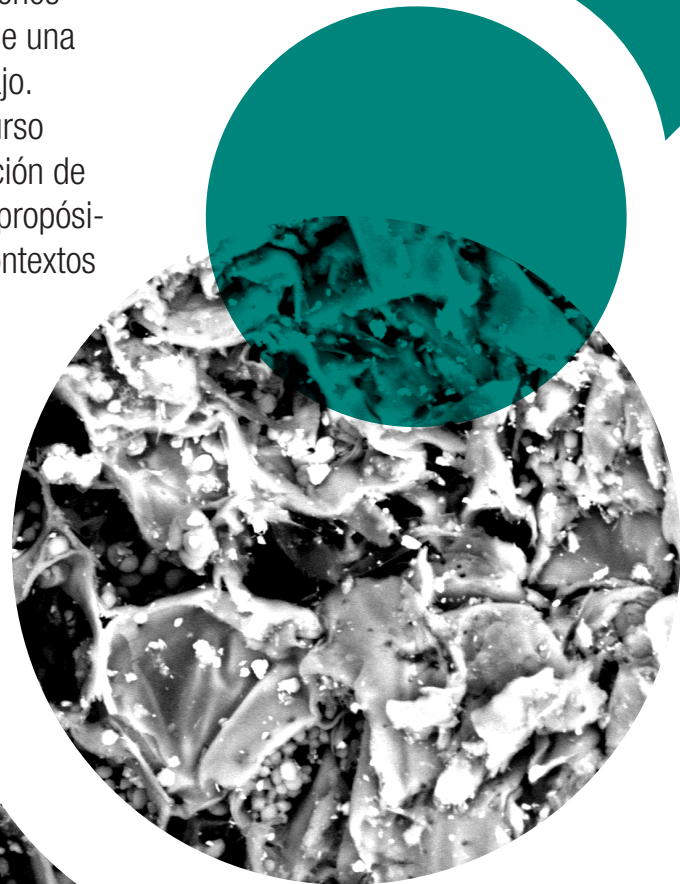
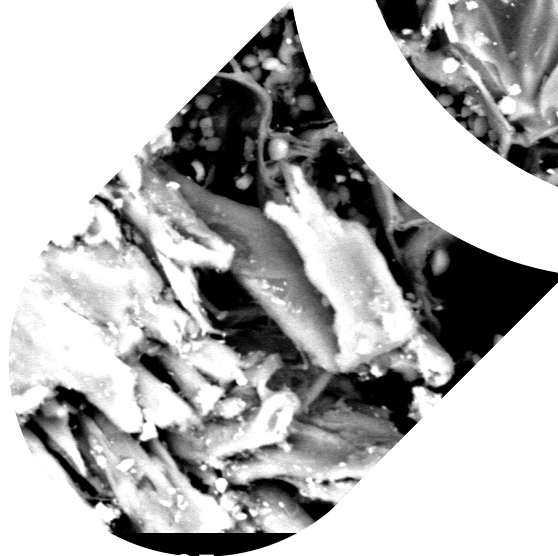
Una investigación realizada en el laboratorio de la Universidad de Virginia, Estados Unidos, se centra en identificar prácticas educativas efectivas para avanzar en el desarrollo de tecnologías para la manufactura. Su premisa consiste en que los estudiantes aprendan a través del proceso del diseño y la fabricación de modelos. El laboratorio reconoce en la impresión 3D una herramienta pedagógica, en la medida que sus estudiantes desarrollan sus ideas y conceptos tanto en forma intelectual, como física, en sus productos. “Nosotros centramos los esfuerzos en obtener resultados de aritmética, trabajo colaborativo, resolución de problemas, apreciación, estimación de la escala y visualización en tres dimensiones, esos resul-

tados ayudaran a los estudiantes a tener mejores resultados en sus prácticas de laboratorio” (Bull Glen, Haj - Harin, Atkins & Moran, 2015, p.2). Por consiguiente, este grupo de ejemplos evidencia cómo el uso de la impresión 3D fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseñador, ya que contribuye en el desarrollo de sus competencias cognitivas, comunicativas, de resolución de problemas, de razonamiento espacial, de innovación, tecnológicas y sociales.

El uso de la impresión 3D favorece en los estudiantes de diseño la experticia en el descubrimiento de las conexiones entre las diferentes disciplinas o campos del conocimiento y de esta manera los aplican en su propio saber. La impresión 3D posibilita la reconstrucción de modelos comprobados y genera en cada uno de los estudiantes una reinterpretación nueva de este modelo, lo cual deriva en la variedad de originales diseños, desarrollados a partir de los mismos principios. Por ende en un proceso de enseñanza-aprendizaje que recurra al uso de la impresión 3D, a partir de una conceptualización teórica particular los estudiantes de diseño en un ambiente educativo pueden obtener la resolución de un mismo problema, a través de alternativas soluciones diversas.

El aporte de las posturas en este apartado consisten en destacar como la impresión 3D es el puente que permite introducir la

tecnología emergente y la resolución de problemas para la cuya práctica sistemática habilita a los estudiantes a generar soluciones y a innovar, e igualmente a conectar la ciencia con el proceso creativo y la resolución de problemas con la producción en la vida real. De otro lado la impresión 3D acerca al estudiante a establecer relaciones entre el desarrollo tecnológico y la producción de manufacturas en la práctica de fabricación de modelos el estudiante tiene la oportunidad de aplicar las disciplinas del saber y reconocer diversas versiones de los productos a partir de una misma propuesta de trabajo. Finalmente el uso del recurso tecnológico y de la resolución de problemas contribuyen al propósito del conocimiento, en contextos significativos.





3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

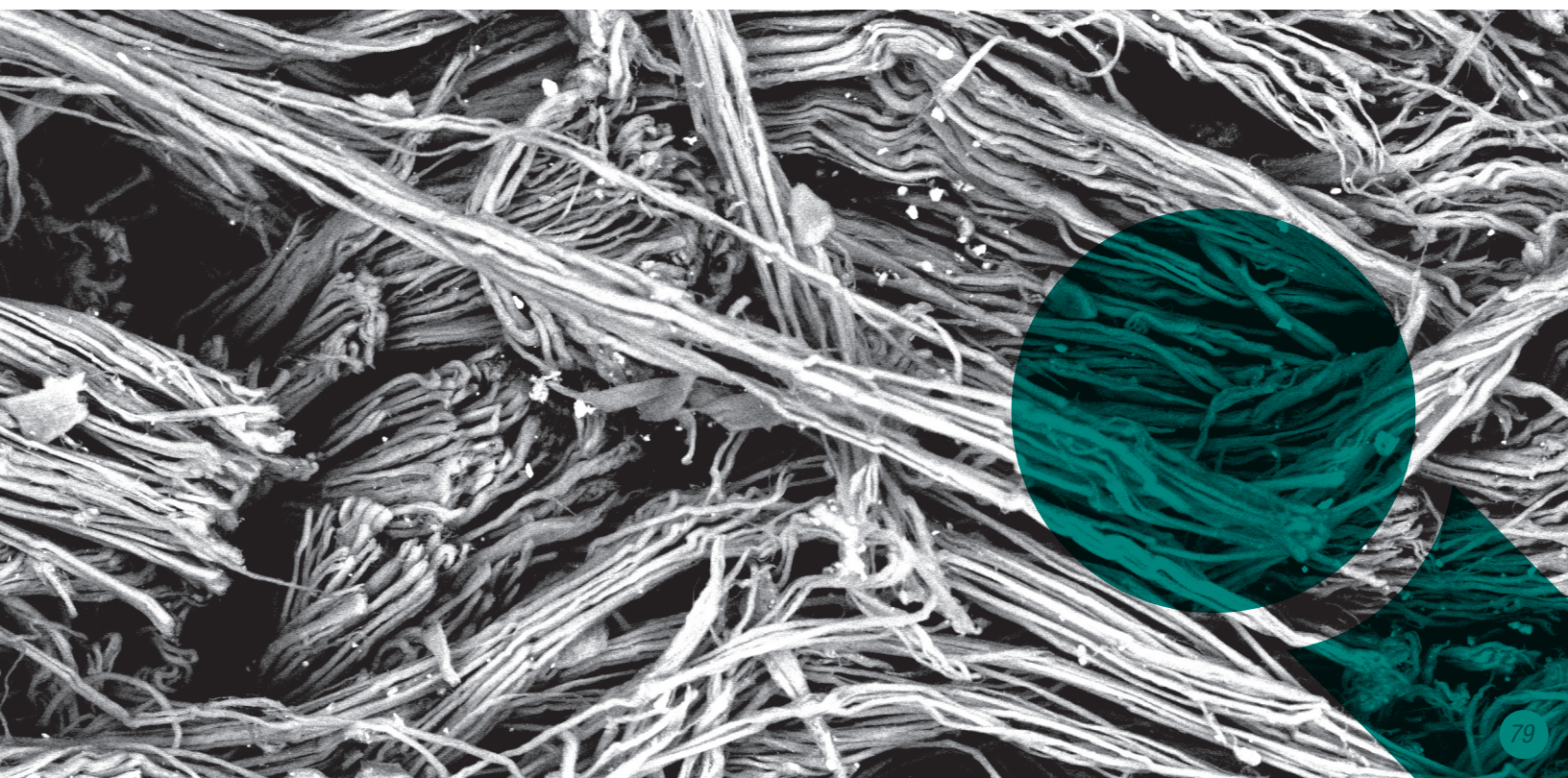
3.1. CONCLUSIONES

- El uso de la impresión tridimensional fortalece el proceso de enseñanza–aprendizaje del diseñador porque proporciona un soporte a los maestros y estudiantes, en la etapa de pregrado, cuando este recurso se articula con otros elementos estratégicos, como el trabajo por proyecto o la resolución de problemas, en un enfoque interdisciplinario, ya que posibilita la consolidación de las competencias cognitivas, comunicativas, tecnológicas, sociales, de: razonamiento espacial, resolución de problemas e innovación; las cuales les permiten a los estudiantes y profesionales, resolver muchos de los casos y los problemas que les exige la práctica educativa y su ejercicio profesional, en contextos reales. Roque y Valverde (2015) plantean que promover el uso de las tecnologías emergentes, como la impresión 3D mejora los resultados de la conceptualización y las nociones de espacio que permanentemente los estudiantes y profesionales del diseño requieren en el proyecto, digitalización, fabricación y comprobación de sus productos.

- La herramienta pedagógica de la impresión 3D al igual que otras tecnologías emergentes fortalece la ejecución de proyectos transversales, puesto que favorece el desarrollo de la formación integral del estudiante, por su carácter interdisciplinario, en la medida que promueve la interacción del alumno con los demás, con esta tecnología y su entorno. En el proceso de enseñanza-aprendizaje funciona como un mecanismo de comprobación entre los planteamientos teóricos y prácticos que los estudiantes de diseño trabajan sistemáticamente, a través de las estrategias de estudio de caso y de resolución de problemas. Roque y Valverde (2015) señalan que la impresión 3D es una herramienta de comunicación, la cual contribuye en las interacciones de los agentes educativos y en la transformación del entorno educativo, como otra condición que favorece la ampliación de las nociones y de los nuevos hallazgos a nivel del conocimiento y de la práctica.
 - A través del uso de la impresión 3D el estudiante de diseño logra hacer una mejor conexión entre el proceso investigativo, el desarrollo de los productos y las necesidades de mercadeo y ventas, lo cual lo prepara para generar a la sociedad un mayor aporte social y tecnológico. Mahil (2016) señala que el uso del recurso tecnológico 3D posibilita las acciones prácticas para los estudiantes, quienes en la participación de estrategias interdisciplinarias aprenden los conocimientos requeridos para resolver los problemas que les plantean en el aula y cuyos hallazgos les permiten estar preparados para solucionar situaciones semejantes en la vida laboral.
 - Hay un reto para la comunidad educativa local en cuanto a la necesidad de conocer, entender e implementar el uso de esta herramienta pedagógica, que agiliza y optimiza los procesos de enseñanza-aprendizaje, la investigación y la producción de calidad. Si se tiene en cuenta que el uso de la impresión 3D favorece el desarrollo del razonamiento espacial y la interpretación, mediante el uso de las tecnologías emergentes que requieren los diseñadores en su práctica profesional.
- Tejedor, Martínez y Albert (2014) sostiene que la impresión 3D es un apoyo para el análisis la comprensión y la verificación de casos, problemas, experimentaciones de laboratorio, hasta la obtención de productos, llevando un proceso desde su forma abstracta, hasta una nueva, en concreto. Además cuando se usa este medio tecnológico se puede obtener un mejoramiento en los procesos del conocimiento del diseño.
- El uso del medio tecnológico de impresión 3D suele fusionarse con estrategias como la integración de disciplinas del saber, el trabajo por proyectos, los estudios de caso y la resolución de problemas, las competencias y el juego para el fortalecimiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes de diseño. García, (1998) señala que la de resolución de problemas usada como estrategia prioritaria, para ser desarrollada por los estudiantes, ejercita en ellos la creatividad, las habilidades operacionales formales, el razonamiento proporcional y el pensamiento lógico deductivo.

3.2.1. *La necesidad de implementar la impresión 3D en la formación profesional.*

- Reconocer el potencial que encierra el uso de la herramienta pedagógica 3D y determinar cómo incorporarla en los planes curriculares de formación, en coherencia con la educación en competencias, en las facultades de diseño.
- Crear grupos interdisciplinarios de investigación para el manejo e implementación de esta herramienta, en las universidades colombianas, con el fin de optimizar su uso.
- Las facultades de Diseño necesitan hacer un esfuerzo y tomar interés para mantener una comunicación permanente con las empresas y sus últimas demandas de producción, con el fin de aterrizar la formación en las competencias que el estudiante requiere en la formación, para la vida del trabajo.
- El Ministerio de las TICs, la empresa privada y las facultades de diseño requieren apoyarse mutuamente para implementar mayor número de experiencias de carácter investigativo que incluyan el trabajo interdisciplinario, el trabajo por proyectos, la resolución de problemas y la inclusión de herramientas tecnológicas emergentes, como la impresión 3D, en el desarrollo de sus prácticas pedagógicas, con el fin con el propósito de evaluar los aportes de la integración de estas estrategias, en el desarrollo de las competencias cognitivas, tecnológicas, sociales, comunicativas, de: resolución de problemas, razonamiento espacial e innovación, del estudiante de diseño o incluso de los egresados, en el proceso de enseñanza-aprendizaje.



4. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, R. P. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista iberoamericana de educación*, 8. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: http://www.ugr.es/~ugr_unt/Material%20M%F3dulo%205/competencias_univ.pdf

Begué, A. L., Bedoya, M. M., Calle, J. M., Lizón, L. A., Rivera, J. G., Rojas, C. A. (2012). Orientaciones pedagógicas para la implementación del enfoque por competencias. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM). Recuperado el 12 de junio de 2016 de: <http://docplayer.es/7796628-Orientaciones-pedagogicas-para-la-implementacion-del-enfoque-por-competencias.html>

Berchon, Mathilde, y Luyt, Bertier. (2016). La impresión 3D: guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general. Barcelona, ESPAÑA: Editorial Gustavo Gili, 2016. Pro Quest ebrary. Web. 29 September 2016.

Bull, G., Haj-Hariri, H., Atkins, R., & Moran, P. (2015). An educational framework for digital manufacturing in schools. *3D Printing and Additive Manufacture*, 2(2), 42-49. Recuperado el 16 de septiembre de 2015 de: <http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/3dp.2015.0009>. Traducción mía.

De Zubiría, M., Silva, D. G., Olaya, M. E. (2002). Introducción a las pedagogías didácticas y contemporáneas. Colombia: Fundación internacional de pedagogía conceptual Alberto Merani.

Comalat-Navarra, M. (2015). Bibliotecas públicas e impresoras 3D: el debate está servido. *El profesional de la información*, 24(2), 185-192. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: http://scholar.google.es/scholar?q=+Bibliotecas+p%C3%BAblicas+e+impresoras+3D%3A+el+debate+est%C3%A1+servido&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5

García, J.J. (1998). Didáctica de las ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad, Colombia: Editorial Colciencias-Facultad de educación de la universidad de Antioquia.

Lopez, N. A. V. (2010). Estrategias de aprendizaje. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. (Bogotá, Colombia), 5(1), 27-37. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/5220/6850>

Lucio, J. (2016). Ciencia y tecnología en la universidad colombiana. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de: https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=-6jNV-2UObOw8weu5pvoAw&gws_rd=ssl#q=lucio_2003_ciencia_y_tecnol.pdf

Mahil, S. (2016, April). Fostering STEM+ education: Improve design thinking skills.

In 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de: https://www.deepdyve.com/lp/institute-of-electrical-and-electronics-engineers/fostering-stem-education-improve-design-thinking-skills-H457BdOfAD?impressionId=578611b576b1d&i_medium=docview&i_campaign=recommendations&i_source=recommendations

Martin, L. E. M., & Silva, F. A. B. (2012). Las competencias del diseñador industrial en el ámbito manufacturero de Ciudad Juárez. *Nóesis: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 21(41), 16-41. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094945>

NMC Horizon Report (2013). Edición sobre Educación Superior 2013. Recuperado el 12 de junio de 2015 de: <http://www.puce.edu.ec/documentos/pucevirtual/2013-Horizon-Report.pdf>

NMC Horizon Report (2016). De Educación. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de: <http://research.unir.net/wp-content/uploads/2016/05/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>

Oliver, N. (2015). La tecnología. Elemento clave para la necesaria transformación de la educación. *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, (100), 103-106. Recuperado el 01 de Octubre de 2016 de: <https://telos.fundaciontelefonica.com/url-direct/pdf-generator?tipoContenido=articuloTelos&idContenido=2015032317470001&idioma=es>

Pardo Gómez, M. E., Izquierdo Lao, J. M., Fuentes Gonzalez, H. C., María Elena Pardo Gómez, J. M., & Izquierdo Lao, H. C. F. G. (2008). Dinámica y gestión académica del proceso docente educativo en la educación superior sustentadas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Memorias Universidad 2008. Congreso Internacional de la Educación Superior, (5to. Congreso: 2008: Palacio de las Convenciones, Cuba) (No. 378 378). e-libro, Corp. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: <http://site.ebrary.com/lib/senavirtualsp/reader.action?docID=10378439>. Usuario: biblioteca.sena@misena.edu.co Clave: Accesosena*

Rifkin, J. (2012). The third industrial revolution: How the internet, green electricity, and 3-d printing are ushering in a sustainable era of distributed capitalism. World Financial Review, 1, 4052-4057. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de: <http://wermutham.com/pdf/The%20Third%20Industrial%20Revolution.pdf>. Traducción mía.

Roque, M. A. & Valverde R. (2015).

La observación y percepción del entorno y modelos en el espacio a través de aplicaciones prácticas con sistemas de impresión en la educación artística. Recuperado el 12 de junio de 2016 de: http://www.educacionartistica.es/aportaciones/0_posters/educacion_investigacion/018_valverde_roque_observacion_percepcion_3d.pdf

Romero, C. E. & Vaca G. O. (2015). Construcción de una impresora 3D, para la elaboración de objetos plásticos utilizando el método de posición fundida (MDF). Recuperado el 12 de junio de 2015 de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3804/1/108T0114.pdf>

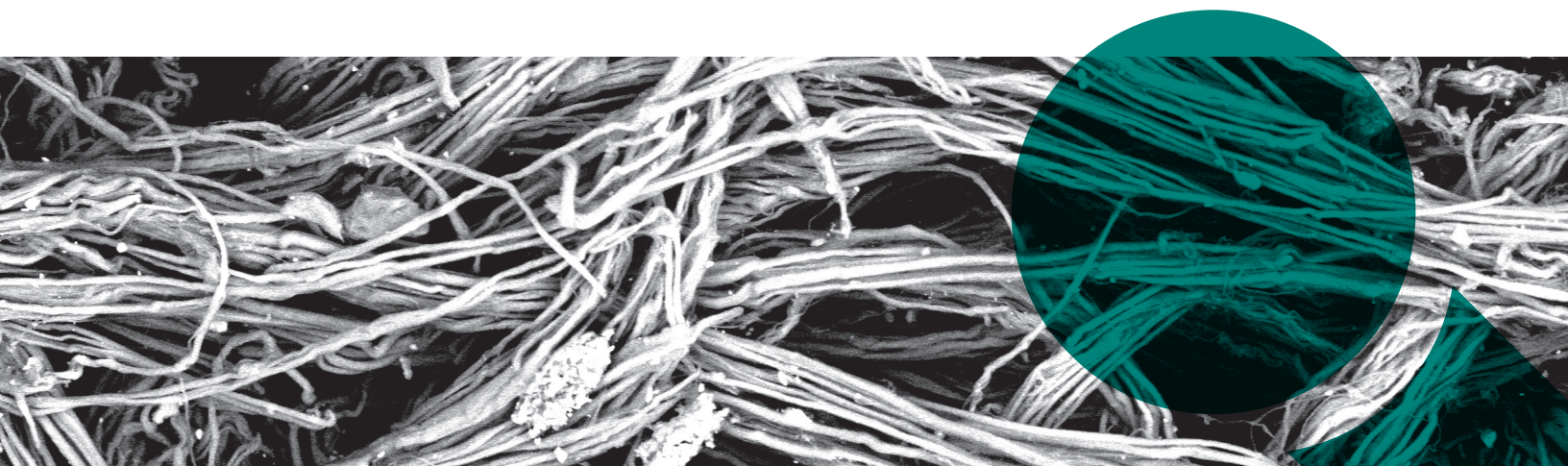
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2014). Pagina web. Recuperado el 10 de octubre de 2016 de http://compromiso.sena.edu.co/documentos/docs_pdf/1406304420_GFPI-M-001_Manual_proyecto_Educativo_institucional.docx.pdf

Tejedor, S., I., Martínez, J. F., & Albert. J. (2014). Perspectivas 2014 Tecnología y pedagogía en las aulas. Recuperado el 16 de septiembre de 2015 de: http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/aulaPlaneta_Perspectivas-2014.pdf

Universidad Jorge Tatedo Lozano (UJTL, 2016). Pagina web. Recuperado el 16 de septiembre de 2015 de: <http://www.utadeo.edu.co/es/link/diseno-industrial/44/layout-3/perfiles>

Vargas. F. (2004). Competencias clave y aprendizaje permanente: tres miradas a su desarrollo en América Latina y el Caribe. Montevideo : CINTERFOR, 2004. 181 p. (Herramientas para la Transformación, 26). Recuperado el 16 de septiembre de 2015 de: http://www.ilo.org/public/english/anniversary/90th/download/events/cinterfor/vargas_logo90.pdf

Ziaeeafard, S., Ribeiro, G. A., & Mahmoudian, N. (2015, July). GUPPIE, underwater 3D printed robot a game changer in control design education. In 2015 American Control Conference (ACC) (pp. 2789-2794). IEEE. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7171157/>. Traducción mía.



BES 20kV WD14mm SS50 10Pa x200

100µm

100 um posterior

Oct 21, 2014