NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA: CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
13 - 16 DE SEPTIEMBRE 2022 CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA
Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI

Desarrollo curricular de una técnica en impresión 3D y fabricación digital

Diana María Agudelo Sánchez

Institución Universitaria Pascual Bravo
Medellín, Colombia

Resumen

El término Fabricación Digital es usado inicialmente por la industria manufacturera como una evolución al diseño asistido por computador, ya que para la validación de algunos de esos diseños era necesario hacer fabricación de prototipos antes de crear las máquinas y procesos de fabricación en serie; es así como se redefine la fabricación digital como *la evolución de iniciativas de fabricación que ponen de relieve la necesidad de un diseño colaborativo de productos y procesos"*.[i]

Se presenta el desarrollo curricular de una Técnica en Fabricación Digital e Impresión 3D el cual se pretende incorporar dentro de la oferta académica de la Institución Universitaria Pascual Bravo. El nombre se eligió teniendo en cuenta el decreto 1330 de 2019 (Nacional, 2020), adoptando el nombre según las competencias de la formación y contexto de actuación profesional. Además, se tuvieron en cuenta los planes de desarrollo Nacional, Departamental, Municipal e Institucional buscando satisfacer las necesidades del sector industrial, el emprendimiento y el desarrollo socioeconómico del país.

Teniendo en cuenta la necesidad actual de crear programas de formación con enfoque colaborativo, de aprendizaje multidisciplinar que no solo use las metodologías y enfoques de fabricación digital de las grandes industrias, sino que además desarrolle múltiples competencias en los jóvenes de la media educativa haciendo uso de la revolución tecnológica actual con formación digital online, tecnologías electrónicas de fácil uso y programación e implementos de fabricación de bajo costo, se muestra las condiciones del programa con el enfoque de formación, los aspectos y estructura curriculares.

Con la finalidad de apoyar el sector productivo, empresarial, local y departamental, incentivando el emprendimiento y el aprendizaje de soluciones rápidas y eficientes mediadas por tecnologías

actuales y modelos educativos integrados a comunidades de aprendizaje, el programa se ha diseñado para una duración de dos años, divido en cuatro semestres con un total de 62 créditos académicos. Comprende un total de veinte módulos de aprendizaje, distribuidos en ciencias básicas, formación profesional y formación complementaria.

Además, la técnica se ha considerado como una oportunidad para municipios pequeños, dado que el programa tiene incorporado nuevas tecnologías, como son las impresoras 3D, ruteadora, cortadora láser, entre otros, que en los últimos años mediante procesos de investigación institucionales, técnicas de ingeniería inversa y trabajo en comunidades de aprendizaje, han permitido la fabricación de máquinas de control numérico propias, con altas prestaciones de trabajo, siendo de fácil adquisición para los gobiernos por sus costos.

Con un enfoque MAKER (hágalo usted mismo) y la comunidad Maker en la cual se han adherido docentes universitarios, estudiantes del colegio, estudiantes de programas tecnológicos y de pregrado con diferentes saberes y propuestas se proyecta formar técnicos profesionales que se puedan desempeñar en la aplicación de tecnologías para la manufactura digital como son las máquinas CNC, routeadora, corte laser, mecanizado convencional e impresión 3D y en la creación de modelos 3D a través de programas CAD/CAE.

Palabras clave: fabricación digital; impresión 3D; técnicas profesionales; proyectos maker

Abstract

The Digital Manufacturing term is initially used by the manufacturing industry as an evolution to computer-aided design since for the validation of some of these designs it was necessary to make prototypes before creating the machines and serial manufacturing processes; This is how digital manufacturing is being redefined as the evolution of manufacturing initiatives that highlight the need for collaborative product and process design."

The curricular development's Technique in Digital Manufacturing and 3D Printing is presented, which is intended to be incorporated into the academic offer of the Pascual Bravo University Institution. The name was chosen taking into account decree 1330 of 2019 (National, 2020), adopting the name according to the competencies of the training and context of professional performance. In addition, the National, Departmental, Municipal, and Institutional development plans were taken into account, seeking to satisfy the needs of the industrial sector, entrepreneurship, and the socioeconomic development of the country.

Taking into account the current need to create a training program with a collaborative approach, multidisciplinary learning that not only uses the methodologies and digital manufacturing approaches of large industries but also develops multiple skills in young people in the educational environment using the current technological revolution with online digital training, easy-to-use electronic technologies and programming and low-cost manufacturing implements, the conditions of the program are shown with the training approach, aspects and curricular structure.

In order to support the production business, local and departmental sectors, encouraging entrepreneurship and learning of fast and efficient solutions mediated by current technologies and educational models integrated into learning communities, the program has been designed for a duration of two years, divided into four semesters with a total of 62 academic credits. It comprises a total of twenty learning modules, distributed in basic sciences, professional training, and complementary training.

In addition, the technique has been considered an opportunity for small municipalities, given that the program incorporates new technologies, such as 3D printers, routers, and laser cutters, among others, which in recent years through institutional research processes, Reverse engineering, and work in learning communities have allowed the manufacture of our own numerical control machines, with high work performance, being easily purchased by governments due to their costs.

With a MAKER approach (do it by yourself) and the Maker community in which university teachers, college students, and students of technical degrees and undergraduate programs with different knowledge and proposals have joined, it is planned to train professional technicians who can perform in the application. of technologies for digital manufacturing such as CNC machines, routers, laser cutting, conventional machining, and 3D printing and the creation of 3D models through CAD/CAE programs.

***Keywords**: digital fabrication; 3D printing; professional techniques; maker projects*

1. Introducción

El Programa Técnica en Fabricación Digital e Impresión 3D nace de la amplia experiencia de trabajo en el tema, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y dando respuesta a los planes de desarrollo nacional, departamental, municipal e institucional, busca promover la calidad y la pertinencia de la educación de los jóvenes haciendo especial énfasis en el cierre de brechas tecnológicas y búsqueda de competitividad digital, a partir de temáticas y tecnologías de manufactura, que conforman la cuarta revolución industrial, garantizando el trabajo digno, crecimiento económico y reducción de las desigualdades.

La impresión 3D es el tipo de fabricación digital más popular y trabajada institucionalmente, prueba de ello son los desarrollos de impresoras 3D de alta calidad, prótesis, exoesqueletos, caretas para prevención del COVID 19, entre otros proyectos de investigación; que actualmente, en época de pandemia han visibilizado la apropiación del conocimiento y manejo de este tipo de tecnología de fabricación aditiva. Al tener varias carreras tecnológicas y de pregrado enfocadas en la manufactura, producción y mecánica industrial; el diseño y obtención de modelos digitales a partir de software CAD/CAM es una prioridad institucional, derivando en la utilización de soluciones libres y de código abierto de gran eficiencia, usabilidad y soportados por grandes comunidades de aprendizaje que apuestan al mejoramiento de procesos de manufactura de alta eficiencia, de reducido tiempo y bajo costo. Según lo anterior, el programa estaría cohesionado con el plan TIC 2018-2022 del gobierno nacional que pretende marcar la senda hacia la transformación digital sectorial y territorial donde Colombia debe encaminarse hacia una sociedad digital y hacia la

industria 4.0: "Internet de las cosas, analítica avanzada de datos, Inteligencia Artificial (IA), Blockchain y realidad virtual y aumentada" (Plan de desarrollo departamental de Antioquia, 2020), además de encontrarnos ubicados en un territorio de ciencia y tecnología, que delinea un futuro promisorio para la incorporación de la industria 4.0 en el departamento de Antioquia.

El programa ha sido diseñado para apoyar el sector productivo, empresarial, local y departamental, incentivando el emprendimiento y el aprendizaje de soluciones rápidas y eficientes mediadas por tecnologías actuales y modelos educativos integrados a comunidades de aprendizaje. Además, se ha considerado como una oportunidad para municipios pequeños, dado que el programa tiene incorporado nuevas tecnologías, como son las impresoras 3D, ruteadora, cortadora láser, entre otros.

2. Condiciones Del Programa

Tabla 1. *Denominación del programa*

Institución	Institución Universitaria Pascual Bravo
Nombre del programa	Técnica Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D
Título a otorgar	Técnico Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D
Objeto de estudio	1. Fabricación Digital 2. Impresión 3D
Ubicación	Calle 73 No. 73A – 226 (Medellín)
Nivel de formación	Técnico Profesional
Modalidad	Presencial
Duración estimada del programa	4 semestres
Número de créditos académicos	62
Periodicidad de la admisión	Semestral
Jornada	Diurna

Fuente: Propia

El programa Técnica en Fabricación Digital e Impresión 3D posee cuatro (4) enfoques de formación básicos que son:

- ✓ El dibujo técnico y diseño asistido por computador,
- ✓ El mecanizado tradicional y máquinas de 3 ejes con control numérico,
- ✓ La electrónica y programación de sistemas embebidos y
- ✓ Los fundamentos de programación.

El desarrollo de competencias de orden cognitivo, procedimental y actitudinal del programa toma como referente al Grupo de Prototipado Rápido y Fabricación Digital institucional, que ha tenido éxito a nivel académico e industrial en la apropiación del conocimiento de estas áreas y tecnologías emergentes. La metodología STEAM con enfoque maker planteada para el programa técnico profesional, permitirá al estudiante, clase a clase y semestre a semestre, un enfoque "del hacer" enmarcado en una teoría clara y directa, que genere una cultura del trabajo colaborativo basado en proyectos, soluciones reales, rápidas y eficientes.

3. Aspectos Curriculares

El Técnico Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D se desempeña dentro de ambientes cotidianos e industriales en donde se requiere la aplicación de técnicas actuales relacionadas con el prototipado y la fabricación de productos en pro de soluciones rápidas y eficientes que busquen satisfacer las necesidades sociales del entorno que le rodea teniendo en cuenta las responsabilidades sociales y ambientales inherentes.

Para el cumplimiento de lo anteriormente dicho, se ha elaborado el diseño de un plan de estudios integral a partir de criterios del ser (aporta en aspectos que posibilitan colocar al estudiante dentro de su entorno social desde las normas, deberes y derechos que le gobiernan), del saber (el alumno despliega competencias cognitivas necesarias para analizar, pensar, conocer y comprender) y del saber hacer (los estudiantes aumentan sus potencialidades para llevar a cabo procedimientos sabiendo cómo actuar desde la búsqueda del mejoramiento del desempeño profesional).

La Interdisciplinariedad especificada en el plan de estudios del programa responde a las necesidades técnicas del sector productivo del país, es así que el Técnico Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D conjuga la incorporación de las ciencias sociales y el humanismo, con las ciencias básicas, la fundamentación práctica y metodológica; ofreciendo no solo personal experto en las temáticas propias del programa, sino también personas formadas integralmente en la aplicación de las actuales técnicas de fabricación digital, propias de la cuarta revolución industrial, mediante el ofrecimiento de alternativas de solución a problemáticas, apoyando al sector productivo, hacia el desarrollo tecnológico, social, económico y ambiental del país.

3.1. Propósitos de formación de programa

- Formar académicamente desde la calidad y la ética a los futuros egresados con el fin de que desarrollen habilidades de pensamiento crítico a partir de los valores humanos, para dar solución a problemáticas sociales y empresariales por medio de los conocimientos técnicos adquiridos.
- Potenciar el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes para que sean capaces de construir su propio conocimiento, de tal manera que se potencialice su competitividad profesional a lo largo de la vida profesional.
- Brindar herramientas de formación profesional interdisciplinaria que posibilite procesos de innovación y emprendimiento a partir de los conocimientos adquiridos en el programa técnica profesional; así como la formación básica de gestión de negocios y normatividad vigente.
- Ofrecer entornos de desarrollo profesional desde lo teórico y práctico, que posibiliten la asimilación de los contenidos temáticos del programa de formación.

3.2. Perfil del programa académico

Los Técnicos en Fabricación Digital e Impresión 3D, serán personas comprometidas con el fomento en la utilización de las nuevas tecnologías de fabricación, gestores de desarrollo econó-

mico y social, que a partir de la implementación y aplicación de nuevos conocimientos y tecnologías propician el desarrollo industrial local y de las regiones rurales del país, en aras de resignificar la visión de fabricación industrial. En este sentido las prácticas educativas, se encuentran inmersas en el plan de estudios, las cuales constituyen un total de 23 asignaturas que corresponden a 62 créditos académicos obligatorios.

3.3. Perfil ocupacional

El egresado de la Técnica Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D, se podrá desempeñar en los ámbitos de aplicación de las tecnologías definidos a continuación:

a. Modelador de todo tipo de piezas o estructuras mediante el uso de técnicas avanzadas
b. Fabricante de piezas mecánicas empleando equipos de la cuarta revolución industrial.
c. Desarrollador de nuevos productos y procesos de fabricación.
d. Creador de microempresas que resuelvan necesidades de la población o de la industria.
e. Implementador de tecnologías para el desarrollo de nuevos procesos o productos.
f. Desarrollador de prototipos.
g. Programador de dispositivos embebidos y bajo desarrollo de software.
h. Aplicador de la ingeniería inversa para el modelado de piezas a un nivel más avanzado del modelado 3D.
i. Operador de máquinas CNC.

3.4. Objetivo General

Formar técnicos profesionales en Fabricación Digital e Impresión 3D, mediante el ofrecimiento de alternativas de construcción y solución a problemáticas, apoyando al sector productivo, en pro del desarrollo tecnológico, social, económico y ambiental del país.

3.5. Objetivos específicos

- Identificar las diferentes técnicas de fabricación digital y prototipado rápido para la elaboración de modelos y proyectos.
- Hacer uso de máquinas de control numérico para procesos productivos e industriales.
- Fortalecer la investigación formativa bajo metodología basada en proyectos para impactar el sector académico e industrial a nivel local, regional y país.

3.6. Competencias y resultados de aprendizaje

En la Tabla 2 se muestra para el programa Técnico Profesional los resultados de aprendizaje propios de su nivel educativo.

Tabla 2. *Competencias y Resultados de Aprendizaje*

Competencia	Resultados de aprendizaje
Uso de técnicas de Fabricación Digital e Impresión 3D para la generación de prototipos, procesos de manufactura y desarrollo de nuevos productos.	Utiliza software libre y modular para el desarrollo colaborativo de prototipos y productos.
	Utiliza diferentes tipos de máquinas de control numérico en la fabricación digital de productos o prototipos según sus aplicaciones.
	Selecciona materiales óptimos de acuerdo a sus propiedades mecánicas y físicas para la fabricación digital.

Fuente: elaboración propia

El resultado del proceso planificador curricular concuerda con la coherencia lógica y la pertinencia contextual según las Necesidades, Intereses, Problemas y Soluciones – NIPS - de los contextos. Así las cosas, las TIA concebidas como acciones de autoformación lógicamente planificadas en el marco de las Actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación, permitirán el aprendizaje de los criterios de desempeño establecidos para los elementos de competencia.

4. Estructura curricular del programa

En la Tabla 3 se describe la estructura curricular del programa Técnica Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D, el cual consta de 20 Módulos Académicos de Aprendizaje (asignaturas), distribuidas en cuatro áreas de desarrollo, las cuales se distribuyen en cuatro semestres o periodos, para un total de 62 créditos académicos.

Tabla 3. *Estructura curricular del programa Técnica Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D.*

Núcleo o Área Temática	Créditos ofertados	Créditos obligatorios
Ciencias Básicas	11	11
Ciencias Básica de Ingeniería	12	12
Formación complementaria	12	12
Formación Profesional	27	27
Total Créditos del Plan	**62**	**62**

Fuente: Elaboración propia

4.1. Malla curricular del programa

En la tabla 4 se muestra la malla curricular, fue creada teniendo en cuenta las cualificaciones del sector TIC, el cual aporta a la creación de modelos reales o esculturas (Mineducación, 2017), aplicando técnicas de digitalización, programación y fabricación.

Tabla 4. *Malla curricular Técnica Profesional*

Técnica Profesional en Fabricación Digital e Impresión 3D

NIVEL I			NIVEL II			NIVEL III			NIVEL IV		
Matemáticas operativas			Física mecánica y laboratorio			Procesos de manufactura			Trabajo de grado - proyecto Maker		
▲			▲			*			*		
4	5	3	6	9	5	4	8	4	2	10	4
64	80		96	144		64	128		32	160	
Geometría Analítica			Dibujo técnico			Sistemas CAD - CAE			Técnicas de Fabricación digital		
▲			◈			*			*		
4	5	3	4	5	3	4	8	4	6	9	5
64	80		64	80		64	128		96	144	
Lógica de programación y laboratorio			Circuitos digitales y laboratorio			Dispositivos programables			Ciudadanía y Paz		
◈			◈			*			⊙		
6	9	5	4	8	4	4	8	4	2	4	2
96	144		64	128		64	128		32	64	
Habilidades Comunicativas			Cátedra Pascualina			Electiva I			Optativa I		
⊙			⊙			⊙			*		
2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2
32	64		32	64		32	64		32	64	
Introducción a la Formación Tecnológica			Prototipado rápido y posprocesado			Inglés I			Inglés II		
*			*			⊙			⊙		
2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2
32	64		32	64		32	64		32	64	
18	**27**	**15**	**18**	**30**	**16**	**16**	**28**	**16**	**14**	**31**	**15**
288	**432**		**288**	**480**		**224**	**448**		**192**	**432**	

Fuente: propia

5. Referencias

Fuentes electrónicas

- Decreto 1330 (2019). Consultado 18 de enero 2020 en https://www.mineducacion.gov.co/normatividad/1753/w3-article-387348.html
- Bogotá: Gobierno Nacional de Colombia. Consultado el 20 enero de 2022 en https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-Resumen-2018-2022.pdf
- Municipal, G. (2020). Plan de Desarrollo Medellín Futuro, 2020-2023. Consultado el 21 de enero 2022 en https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/PlanDesarrollo/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2020/DocumentoFinal_PlanDesarrolloMedellin2020-2023_MedellinFuturo.pdf
- Nacional, M. d. (13 de noviembre de 2003). Ministerio de Educación Nacional, resolución 2773 de 2003. Consultado el 23 de enero de 2022 en https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86417_Archivo_pdf.pdf
- Nacional, M. d. (2020). Ministerio de Educación Nacional, resolución No. 021795 19 Nov 2020. Consultado el 24 de enero 2022 en https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-402045_pdf.pdf
- ACOFI. (2022). ACOFI, CAPITULO INGENIERIA INDUSTRIAL. Consultado el 30 de enero de 2022 en http://www.acofi.edu.co/capitulos/aspectos-generales-del-capitulo-de-ingenieria-industrial/
- Agencia Nacional de Evaluación. (2007). Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial. Capitulo V. Consultado el 1 de febrero de 2022 en http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos/Libro-Blanco-de-Titulaciones-de-Grado-de-Ingenieria-de-la-Rama-Industrial
- Ministerio de Comunicaciones. (mayo de 2022). *Vive Digital*. Consultado febrero 5 de 2022 en http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-568.html
- Ministerio de Educación Nacional - MEN -. (2001). *Al Tablero*. Sistemas de Créditos Académicos. Consultado febrero 15 de 2022 en http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87727.html
- Ministerio de Educación Nacional. (2003). *www.mineducacion.gov.co*. Consultado el 20 de febrero de 2022 en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86417_Archivo_pdf.pdf
- Mineducación, M. (2017). Marco Nacional de Cualificaciones Colombia. Consultado el 25 de febrero de 2022 en https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/Catalogo%20TIC.pdf

Sobre los autores

- **Diana María Agudelo Sánchez**, Ingeniera Mecánica, Especialista en Gestión de Proyectos, Master en Energía. diana.agudelo@pascualbravo.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

[i] https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/digital-manufacturing/13157