



# Material didáctico impreso en 3D en la enseñanza tecnológica

Candia García Filiberto<sup>1</sup>✉, García Sánchez Rafael E.<sup>1</sup>, Crispín Marciano Daniela A.<sup>1</sup>, Vivaldo de la Cruz Israel<sup>1</sup>, Candia García María de Rayo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<sup>2</sup>Universidad Alvar

✉ [filiberto.candia@correo.buap.mx](mailto:filiberto.candia@correo.buap.mx)

## Resumen

*La enseñanza emergente de las asignaturas del tipo tecnológico como la neumática, durante el periodo de pandemia COVID-19 en las Instituciones de Educación Superior, representaron un gran reto instruccional, debido a que, si bien se hizo uso de simuladores, su alcance cognitivo fue limitado para extender las habilidades intelectuales de orden superior en el estudiante. Por ello, para avanzar hacia la aplicación y el razonamiento requiere del diseño de material didáctico de alto impacto mediante la técnica, hágalo usted mismo, aprovechando la masificación del prototipado rápido (rapid prototyping) por impresión 3D, donde los estudiantes, pueden, desde sus casas, fabricar el material didáctico mencionado. El método empleado es inductivo, siguiendo el procedimiento y recomendaciones del modelado y fabricación por deposición fundida. Como resultados se ha generado material didáctico para ser impreso en 3D, elementos que permiten la fácil reproducción y repetitividad de las estrategias de enseñanza autodidactas que detonan habilidades ideomotoras y visoconstructivas. Asimismo, se ha concluido que evolucionar en las actividades de enseñanza online (pasar de la simulación a la fabricación) en las clases en línea favorece el razonamiento ocupacional/laboral.*

**Palabras clave:** Impresión 3D, Material didáctico, Neumática, Prototipado rápido.

## Abstract

*The emerging teaching of technological subjects such as pneumatics, during the COVID-19 pandemic period in Higher Education Institutions, represented a great instructional challenge, because, although simulators were used, their cognitive scope was limited to extend the higher order intellectual abilities in the student. For this reason, moving towards application and reasoning requires the design of high-impact teaching material using the do-it-yourself technique, taking advantage of the massification of rapid prototyping by 3D printing, where students can, from their houses, manufacture the teaching material mentioned. The method used is inductive, following the procedure and recommendations of fused deposition modeling and manufacturing. As a result, didactic material has been generated to be printed in 3D, elements that allow easy reproduction and repetition of self-taught teaching strategies that trigger ideomotor and visual-construction skills. Likewise, it has been concluded that evolving online teaching activities (moving from simulation to manufacturing) of online classes favors occupational reasoning.*

**Keywords:** 3D print, Didactic material, Pneumatics, Rapid prototyping.



## 1. Introducción

Las actividades emergentes de educación a distancia en modalidad on-line, obligadas por la pandemia COVID-19, exigió a los académicos (alumnos y docentes) de las instituciones de Educación Superior (IES) a incursionar en las mejores o más oportunas prácticas de enseñanza-aprendizaje a través de la virtualidad. Siendo la alternativa de mayor pertinencia para el área tecnológica el uso de simuladores digitales y virtuales de acceso libre, pero principalmente se utilizó software y tutoriales de simulación con derechos de autor y licenciamiento de compartir igual sin adaptaciones o modificaciones que limita la innovación y la adaptabilidad.

Como mención de este caso de estudio particular, al utilizar una obra con licencia compartir igual en las asignaturas de tipo tecnológico, estas se imparten fuera de la organización formal del currículum. Debido a que el contenido de los conocimientos, habilidades y destrezas, que se adquieren mediante el uso de los simuladores y tutoriales, no coincide de manera fiel o exacta con las unidades temáticas y subtemas de los programas de asignatura. Esta situación genera como problemática una brecha académica entre los saberes de un plan de estudios, los requerimientos ocupacionales/laborales y la formación profesional. Que se amplía cuando la discusión dialógica del proceso enseñanza-aprendizaje no incluye la práctica experimental con elementos físicos.

Ante esta falta de coincidencia se planteó como propósito diseñar material didáctico de alto impacto, mediante técnicas hágalo usted mismo (DIY, por sus siglas en inglés de: Do it yourself), para favorecer el desarrollo intelectual a partir de medios y recursos de fácil adquisición o de uso cotidiano para un docente o estudiante del área tecnológica. Como recursos habituales se encuentran los softwares de: Diseño Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés: Computer Aided Design), Manufactura Asistida por Computadora (CAM, por sus siglas en inglés: Computer Aided Manufacturing) e Ingeniería Asistida por Computadora (CAE, por sus siglas en inglés: Computer Aided Engineering), estas tecnologías de software en conjunto se les denomina técnicas CAD/CAM/CAE.

También como recursos frecuentes se encuentran las impresoras 3D de gama baja y económica. Dispositivos y elementos tecnológicos que permiten diseños simples y funcionales de la técnica neumática y otras materias tecnológicas como la mecánica de sólidos o el diseño de máquinas y mecanismos.

Para el diseño de material didáctico se aprovecha el acceso a los recursos mediante la internet buscando las mejores prácticas instruccionales tanto del diseño virtual como de la fabricación en 3D mediante el prototipado rápido (rapid prototyping). En cuanto a la materialización de los diseños digitales, se aprovecha la difusión/divulgación de la impresión en 3D, como un proceso de fabricación que utiliza las recomendaciones de la manufactura aditiva de modelado en 3D por deposición fundida y el uso de la tecnología CAD/CAM/CAE [1].

La justificación de este trabajo se enfoca en la relevancia que tiene el disminuir la brecha académica que existe entre la eventualidad de impartir educación en la modalidad a distancia on-line y el impartir educación de manera presencial. Buscando contar con los recursos pertinentes, para generar y utilizar material didáctico en cualquiera de las dos modalidades, que permita abatir el carácter de emergencia ante situaciones sociales como la pandemia COVID-19. Asimismo, se extiende la capacidad y alternativa para contribuir en el catálogo de los recursos digitales que se insertan en los repositorios de acceso abierto (REA) institucionales, como el Ecosistema de Aprendizaje Abierto de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que se accede mediante el link: <https://ecosistema.buap.mx/vivo/>.

Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a la técnica de automatización neumática, donde hasta el momento se cuenta con el diseño e impresión de: un cilindro neumático, una válvula de 5 vías dos posiciones, una base para cilindro y finales de carrera, así como su interconexión por tubería plástica de 4mm, asimismo, se ha adaptado la fabricación de un elemento



generador de energía neumática. Si bien hasta el momento el aprovechamiento es conceptual, la interacción con los materiales y equipos didácticos es de alto impacto en las habilidades cognitivas ideomotoras y visoconstructivas de los estudiantes, esta aproximación se realiza desde la perspectiva cualitativa que permite comprender cognoscitivamente la naturaleza de aquellos fenómenos que no son idóneos de cuantificación ni hipotetización [2].

En cuanto al concepto del diseño de materiales didácticos en formato digital en la reproducción por impresión 3D y otras técnicas, que se emplean para las asignaturas tecnológicas se considera que: son aquellos materiales o equipos que han sido diseñados en formato digital y reproducibles para su fabricación mediante técnicas DIY, como la impresión 3D. Se considera que un material didáctico digital facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la representación de un contexto tecnológico, permitiendo un trabajo interactivo, flexible, atractivo y de fácil accesibilidad. Donde los docentes tienen la oportunidad de elaborar sus propios recursos de enseñanza, mediante una adecuada planificación, desarrollo y uso, así como la actualización permanente de los mismos [3], [1].

Se concluye que la creación de material didáctico desde la condición de online class o clases en línea, genera una sinergia motivacional en los académicos que trasciende las limitaciones del confinamiento social por pandemia. Del mismo modo aporta elementos de reflexión/manipulación que promueve habilidades cognitivas de orden superior en los estudiantes, favoreciendo sus capacidades profesionales/ laborales, debido a que, al manipular la fabricación de elementos con finalidades específicas, se produce una estrecha relación entre la teoría y la experiencia sobre todo de carácter dialéctico [4] que favorece el aprendizaje significativo y auténtico.

## 2. Método

El método utilizado es intuitivo con apoyo de un proceso; procedimental, secuencial e instruccional como se aprecia en el diagrama de flujo (figura 1). Asimismo, se aborda la creación de material didáctico desde la perspectiva de la heurística y se formaliza la similitud de los programas de asignatura por comparativa simple, de manera que se abarcan los mayores conocimientos y saberes, de manera sintetizada y precisa para estructurar un REA, que posteriormente dispondrá de alojamiento en los medios institucionales.

En cuanto al método inductivo este se basa en la repetición de hechos y fenómenos de la realidad (para este trabajo, la realidad es la fabricación de material didáctico por impresión 3D contextualizado en escenarios ocupacionales), encontrando los rasgos comunes en un grupo definido (confinamiento académico emergente atendiendo clases en modalidad a distancia on-line), para aportar como conclusiones, que la enseñanza online con incorporaciones tecnológicas mediante la tecnología CAD/CAM/CAE y la impresión 3D mejoran el razonamiento de los saberes a través de un perfeccionamiento de las habilidades cognitivas de alto nivel [4].

### 2.1 Revisión bibliográfica

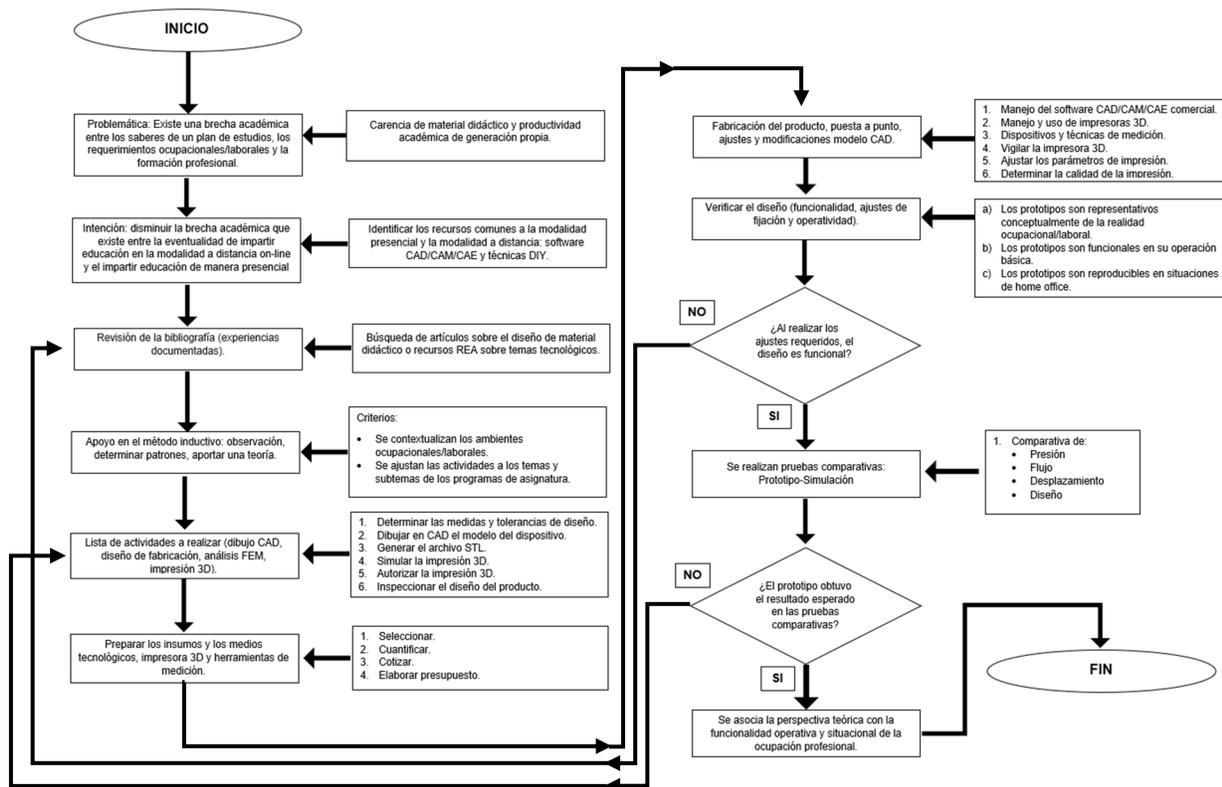
Cuando en las experiencias se involucran actividades prácticas, el aprendizaje tiende a ser significativo y auténtico, por ello el movimiento DIY ofrece una alternativa de alta viabilidad, para que cualquier persona sin la ayuda de ningún experto realice la reproducción de evidencias de aprendizaje o la fabricación de productos con recursos de fácil adquisición [5].

Para Sánchez y Miño (2015) las personas que se involucran en la metodología DIY, eligen los materiales y herramientas disponibles, diseñan el proceso de trabajo y actúan como evaluadores para decidir si el producto o evidencia final corresponde con los requerimientos que solicitan los programas de asignatura. Emplear la metodología DIY en la modalidad a distancia on-line, conduce al estudiante a identificar nuevos sentidos del aprendizaje, más cercanos al contexto ocupacional. Convirtiendo a los estudiantes en protagonistas de su aprendizaje, aun fuera del aula y de la escuela. Requiriendo la



conversión del rol del docente, quién ahora es un guía que gestiona la fabricación de productos de aprendizaje mediante prototipado rápido y manufactura aditiva, asociados al ámbito tecnológico [5].

La manufactura aditiva proporciona un enfoque preciso de la tecnología CAD/CAM/CAE, para diseñar los productos requeridos por la academia a bajo costo de impresión y tiempo de producción. El uso de los sistemas CAD/CAM/CAE y se complementan potencialmente con la manufactura auditiva por impresión 3D, como herramientas de diseño y manufactura de productos, aun cuando exista carencia de los complejos departamentos de desarrollo e innovación del producto que se emplean en el sector productivo [1].



**Figura 1. Procedimiento para la fabricación de material didáctico en situaciones de online class. Elaboración propia.**

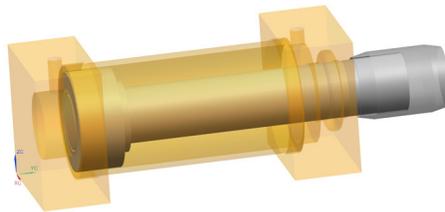
La relevancia de la búsqueda de recursos mediante la internet, implica la necesidad de conjuntar los conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un determinado objetivo, resolver un problema o cubrir las necesidades de conocimiento. Llevando a la innovación de nuevos dispositivos, herramientas o aparatos. Aprovechando la capacidad para configurar una red de objetos físicos, con incorporación de sensores, software y otras tecnologías con la finalidad de intercambiar datos y conectarse con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Incluyendo los dispositivos domésticos comunes o dispositivos industriales de alta sofisticación [6]. La evolución y la accesibilidad de los REA, mediante la internet incluye la unión de un gran número de elementos con diferentes capacidades de conexión a una gran y única red, siendo estos capaces de enviar información, detectar el estado de un entorno, procesar los datos y ofrecer resultados expresados de manera resumida, con información pertinente y oportuna de acuerdo con necesidades específicas [7].

Para enlazar o integrar la metodología DIY a los procesos educativos se requiere del aprovechamiento de los REA, que son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación en cualquier medio, digital o de otro tipo, que residen en el dominio público bajo una licencia abierta que permite el acceso, uso, adaptación y redistribución sin costo por parte de otros con sin restricciones [8].

Pincay (2020) considera que los REA son un denominador genérico que incluye cursos y programas curriculares, módulos didácticos, guías de estudiante, libros de texto, artículos de investigación, vídeos, podcasts, herramientas de evaluación, materiales interactivos (como simulaciones), bases de datos, software, aplicaciones (incluyendo aplicaciones móviles) y cualquier otro material educativo diseñado para su uso en la enseñanza y el aprendizaje (OECD, 2017). Por lo tanto, la estrategia de aplicar los REA en las sesiones de clase presencial o a distancia on-line facilita -mediante la capacitación a docentes- el fortalecimiento de las capacidades institucionales y de competencias individuales para el aprendizaje en red [9].

### 3. Desarrollo

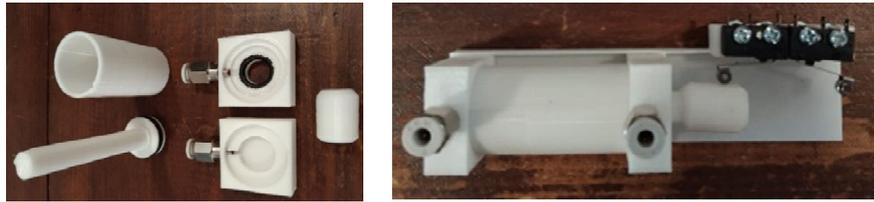
Dando seguimiento al procedimiento de fabricación de material didáctico impreso en 3D para impartir en la modalidad a distancia on-line o presencial la asignatura de neumática en las IES. Las figuras siguientes ilustran el desarrollo de cada una de las etapas, tanto en su ejecución, como en su verificación y las implicaciones que intervinieron durante el procedimiento. La figura 2, es la representación digital mediante tecnología CAD/CAM/CAE, del cilindro neumático de doble efecto, esta representación digital permite al estudiante conocer el diseño de los elementos y partes estructurales de este, así como también los alojamientos de las vías y posiciones de los sellos o-ring, para controlar el flujo de aire, es un complejo sistema abierto al análisis, la manipulación y la demostración.



**Figura 2. Representación digital de un cilindro neumático. Elaboración propia.**

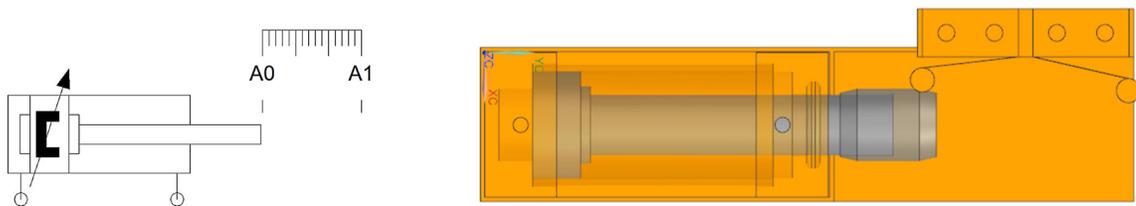
La figura 3, es la impresión en 3D del modelo digital donde es posible manipular las partes mínimas que componen un cilindro de doble efecto y su ensamble. En este momento los participantes del curso con capaces de reconocer las partes de un cilindro de doble efecto, debido a que los modelos impresos en 3D, se complementan con dispositivos industriales, como: los tornillos, los racores de accionamiento rápido, los sellos o-ring y los finales de carrera, elementos que son inherentes al contexto industrial laboral.

Al realizar la impresión en 3D, el participante del curso puede reconocer a detalle los elementos y relacionarlos con sus nombres, definiciones como: culata, camisa, émbolo, vástago, leva, son términos que serán apropiados conceptualmente de manera que las habilidades cognitivas referidas a las cualidades ideomotoras y visoconstructivas sean reforzadas para su aprendizaje y aplicación en labores de instalación, mantenimiento y ajustes mecánicos industriales.



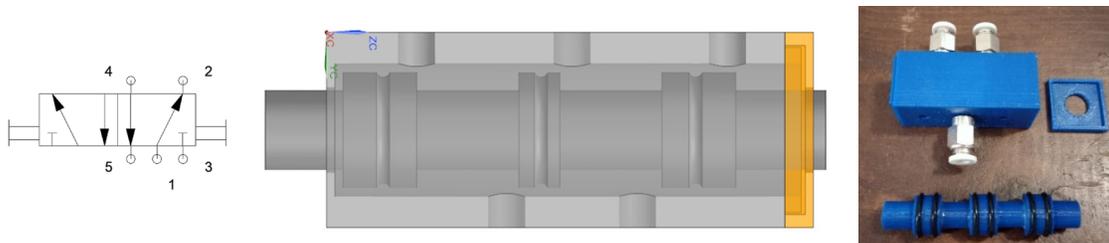
**Figura 3. Representación de un cilindro neumático y sus partes en impresión 3D. Elaboración propia.**

La figura 4, muestra el conjunto de la base, el cilindro y los finales de carrera ensamblados para mostrar la forma operativa y la ubicación de los elementos, en contraste con la representación esquemática, con la cual un estudiante tiene contacto mediante el uso de simuladores. Si bien los finales de carrera son interruptores de tipo eléctrico, son elementos indispensables en la ejercitación práctica del aprendizaje de la tecnología neumática, puesto que de ellos depende en gran medida la capacidad de comunicación con el entorno local y remoto que puede ser aprovechado por los estudiantes, padres de familia y docentes.



**Figura 4. Representación digital y esquemática del cilindro neumático y base con finales de carrera. Elaboración propia.**

La figura 5, es la representación de la válvula de 5/2 vías tanto en su modelo digital como en el impreso en 3D. La configuración de las vías de flujo de aire es indispensable en la interpretación del funcionamiento de las válvulas y su forma operativa. Se fortalece la capacidad intuitiva para reconocer oportunidades para prevenir paros de producción, que se deriven de una posible falla por daño en los sellos o-ring o racores rápidos, debido a la ubicación de posibles fugas de aire.



**Figura 5. Representación digital y por impresión 3D de la válvula de 5/2 vías y sus partes. Elaboración propia.**

La figura 6, es la representación del dispositivo neumático de mayor complejidad, posterior a las pruebas operativas y de funcionalidad, el elemento galón de plástico que emula al acumulador o tanque de almacenamiento de aire comprimido, presente fugas de presión de aire en la conexión

roscada y los racores de accionamiento rápido, no siendo posible la presurización del sistema al 100%. Sin embargo, los cálculos referidos a la capacidad de almacenamiento: volumen, caudal y presión son aplicables en el diseño analítico. Asimismo, el acumulador se ha establecido como un dispositivo de mejora en futuros trabajos, que también permite el acercamiento al diseño de los recipientes sometidos a presión de pared delgada tema que se estudia en la materia de mecánica de sólidos, estableciendo una relación multidisciplinaria, donde los estudiantes asocian los conocimientos parcelados.



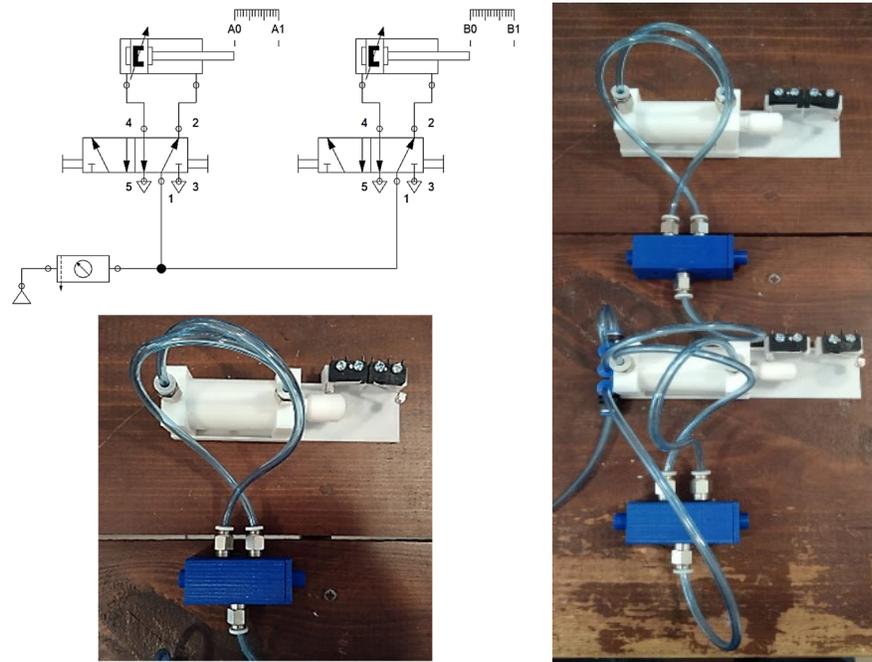
**Figura 6. Tanque de almacenamiento de aire comprimido y compresor. Elaboración propia.**

Entre las experiencias de mayor impacto formativo del perfil profesional tecnológico se encuentra la instalación de los dispositivos del control de la presión en específico del presostato, que se encarga de interrumpir la energía eléctrica cuando se alcanza la presión de operación calibrada (figura 7). Así, como del ajuste de la presión de operación con la cual trabajara el sistema neumático. El concepto abstracto de la simbología neumática (dos símbolos para representar un elemento) se clarifica cuando se manipula un presostato (para encendido y apagado del compresor) de forma manual y práctica.



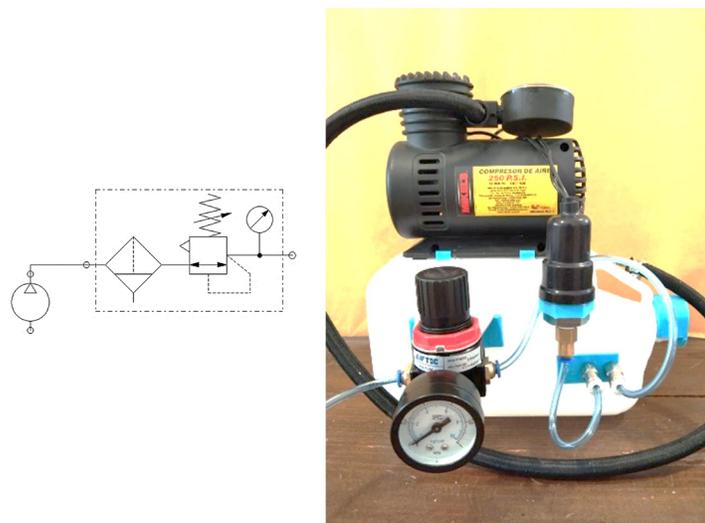
**Figura 7. Presóstato y su calibración. Elaboración propia.**

La figura 8, muestra de manera completa la capacidad operativa del material didáctico fabricado por impresión 3D, en el diagrama esquemático se puede apreciar la representación de las conexiones gráficas que interconectan a los componentes del circuito. Asimismo, la sustitución de las mangueras y la conexión a los racores de accionamiento rápido proporcionan la pertinente concepción para la interconexión de las vías de entrada y salida, incrementando la capacidad operativa en los estudiantes por manipulación, actividad que disminuye la incertidumbre laboral en esta área, en actividades de mantenimiento y producción.



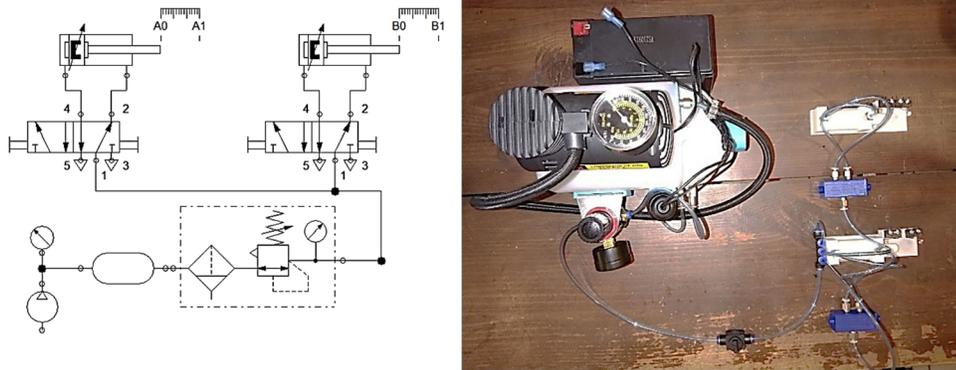
**Figura 8. Conexión individual y en conjunto de dos cilindros de doble efecto. Elaboración propia.**

La agrupación completa del equipo generador de aire comprimido se muestra en la figura 9, donde esquemáticamente se aprecia el símbolo extendido. Esta representación difiere completamente de los componentes físicos tanto en su forma, como en su conexión. El reconocer la conexión de sus vías de flujo de aire, es indispensable para su correcto funcionamiento, contar con este previo conocimiento desde la escuela antes de la ocupación laboral, es una habilidad y capacidad de alta demanda operativa en la industria.



**Figura 9. Agrupación completa del equipo generador de aire comprimido. Elaboración propia.**

La integración del sistema neumático de dos cilindros de doble efecto controlados por válvulas 5/2 vías de accionamiento manual se muestra en la figura 10. Tanto el diagrama esquemático como la conexión de los elementos impresos en 3D, proporcionan al participante una operación cognitiva compleja de razonamiento, donde la abstracción de la simbología se explicita por la asociación ideomotora y visoconstructiva, que proporciona la manipulación del material didáctico impreso en 3D.



**Figura 10. Integración completa de la fabricación del material didáctico neumático impreso en 3D.  
Elaboración propia.**

Para comprobar que existe viabilidad para ser un prototipo operativamente funcional, la figura 11, muestra los valores obtenidos -aún con fallas de fugas- de la presión del sistema 5 bar a la entrada y 2 bar a la salida. Sin embargo, la falta de capacidad para mantener el caudal requerido por el sistema, limita la operación (entrada-salida de los cilindros de doble efecto).



**Figura 11. Verificación de la presión de entrada y salida del equipo generador de aire comprimido.  
Elaboración propia.**

#### 4. Discusión

En este apartado, la descripción de los materiales didácticos muestra que la impresión 3D se ha convertido en una tecnología que fomenta comunidades de aprendizaje desde la escuela [10]. Donde los estudiantes también están involucrados en el proceso de la fabricación y detectan la estructura y funcionalidad de los elementos impresos evitando cajas negras. Asimismo, que el uso de la tecnología de impresión 3D es una herramienta que permite que los modelos digitales diseñados con software



---

CAD/CAM/CAE se transformen en evidencias de aprendizaje manipulables de manera física, donde el aprendizaje basado en la indagación o la heurística es la aplicación de mayor relevancia en la educación [11].

Para favorecer el cierre de la brecha académica entre los contenidos de los programas de asignatura y las herramientas virtuales y digitales del proceso de enseñanza-aprendizaje tanto en la modalidad presencial, como a distancia on-line, las IES deben trabajar con materiales didácticos de desarrollo propio que aprovechen las herramientas tecnológicas como el DIY y los REA. Asimismo, los docentes que comparten la responsabilidad de la calidad de la educación encontrarán un apoyo metodológico e instruccional que no los haga dependientes de los recursos de la web, pues estarán en capacidad de generar los propios materiales didácticos, contextualizados en un escenario ocupacional o laboral [3].

La inclusión del formato físico y digital de los materiales didácticos impresos en 3D, permite a los estudiantes tomar conciencia de la existencia de otros medios de comunicación que posibilitan otras formas de actuar y de pensar, motivados por las nuevas capacidades adquiridas y de las metas que pueden alcanzar [12]. Con la impresión digital en 3D se abren nuevas capacidades y alternativas del proceso enseñanza-aprendizaje, la adquisición de los saberes se hacen más simples, facilitando la comprensión de los procedimientos [13]. La integración de la metodología DIY, la expansión de los REA y la impresión 3D, configuran una metodología que cambia las prácticas actuales de enseñanza a favor de los estudiantes.

Experiencias similares a la realizada reportan y concluyen que los desarrollos creativos se han vuelto más populares, especialmente con fines educativos en diversos niveles educativos, requiriendo desarrollar, dar seguimiento y consolidar nuevas estrategias de "aprender haciendo". Asimismo, coinciden que el modelado digital y la impresión 3D pueden utilizarse como herramientas para mejorar las capacidades creativas de los estudiantes, donde es posible ampliar sus alcances conceptuales y aplicar las experiencias obtenidas para adaptarse a los retos del sector ocupacional mediante el aprendizaje autentico [14], [15], [16].

## 5. Conclusiones

La sistematización de esta experiencia ha proporcionado una nueva dinámica de interacción para el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde materializar los diseños digitales mediante la tecnología CAD/CAM/CAE, se lleva a cabo por medio de la impresión 3D. Logrando una mayor afinidad de los recursos académicos que existen y se encuentran disponibles en la Web, con los contenidos académicos de los programas de asignatura de la IES. Siendo posible con esta oportunidad establecer proyectos multidisciplinarios que formativamente refuerzan el perfil de egreso de los estudiantes de carreras tecnológicas, mediante la contextualización ocupacional/laboral, desde la escuela.

Asimismo, se cuenta con una documentación técnica con alta factibilidad para incorporarse a un repositorio institucional, para su consulta y disponibilidad. Siendo inclusive consultada por los estudiantes posterior a su etapa escolar y retomada como parte de su formación continua y permanente, cuando el participante lo considere pertinente para su aprendizaje.

Se concluye que evolucionar en las actividades (pasar de la simulación a la fabricación) en las clases en línea (online class) favorece el razonamiento ocupacional/laboral, tanto en sesiones síncronas como asíncronas. Potencializando las capacidades innovadoras de los docentes y los alumnos, con una dinámica dialógica facultada por la fabricación de reproducciones o innovaciones de alcance industrial mediante la técnica DIY, la tecnología CAD/CAM/CAE y la herramienta de la impresión 3D.



## Referencias

- [1] N. Sánchez y I. Lira, «La Manufactura aditiva como potencializador de los sistemas productivos», *Inventum*, vol. 15, nº 28, pp. 2-13, 2020.
- [2] F. F. A. Sánchez, «Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos», *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, vol. 13, nº 1, pp. 102-122, (2019)..
- [3] F. F. L. Freré y S. M. M. Saltos, «Materiales Didácticos Innovadores Estrategia Lúdica en el Aprendizaje», *Revista Ciencia Unemi*, vol. 6, nº 10, pp. 25-34, 2013.
- [4] A. Rodríguez y A. O. Pérez, «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento», *Revista EAN*, vol. 1, nº 82, pp. 179-200, 2017.
- [5] V. J. A. Sánchez y P. R. Miño, «La filosofía DIY en acción Desarrollo de la competencia digital mediante la colaboración y la reflexión», de XXIII Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa, Badajoz, 2015.
- [6] A. Y. D. Salinas, R. D. G. Galván, P. I. Guzmán y S. J. A. Orrante, «El impacto del internet de todas las cosas (IoT) en la vida cotidiana», *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, nº 2, pp. 1369-138, 2022.
- [7] P. V. Alvear, M. P. Rosero, O. D. Peluffo y R. J. Pijal, «Internet of Things and Artificial Vision, Performance and Applications: Literature Review», *Enfoque UTE*, vol. 8, nº 1, pp. 244-256, 2017.
- [8] UNESCO, *Guía básica de recursos educativos abiertos (REA)*, UNESCO, 2015.
- [9] P. K. J. Pincay, «Recursos Educativos Abiertos y su utilización en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje en Educación Superior», *Revista InGenio*, vol. 3, nº 1, pp. 15-22, 2020.
- [10] M. J. Suardíaz, G. M. Pérez, L. A. Cabrera y T. R. O. Do Carmo, «Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje», *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, nº 1, pp. 115-128, 2021.
- [11] F. Dilling y I. Witzke, «El uso de la tecnología de impresión 3D en la enseñanza del cálculo: Procesos de formación de conceptos del concepto de derivada con gráficas impresas de funciones», *Digital Experiences in Mathematics Education*, vol. 1, nº 6, pp. 320-339, 2020.
- [12] F. Herraiz y C. C. Alonso, «La perspectiva Do It Yourself (DIY) en la enseñanza universitaria. Dar cuenta de las competencias que se aprenden mediante Objetos Visuales Digitales», *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, vol. 12, nº 1, pp. 1-13, 2019.
- [13] A. Heinze, -M. M. Basulto y I. R. Suárez, «Impresión 3D y sus beneficios en el campo de la educación médica, entrenamiento y asesoría del paciente», *Revista Española de Educación Médica*, vol. 1, nº 1, pp. 1-8, 2020.
- [14] S. Di Tore, G. De Simone y T. M. Domenico, «Learning by Making. 3D Printing Guidelines for Teachers», de *Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments*, Springer, 2021, pp. 181-186.
- [15] T. Addy, D. Dube y B. Pauze, *Cómo diseñar una actividad de aula que integre modelos de impresión 3D con aprendizaje activo*, CourseSource, 2018.
- [16] D. Giurea y A. Keller, «Digital modeling and 3D print-form-finding exploration for architecture students», de *16th International Technology, Education and Development Conference, Online Conference*, 2022.

## Autores

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

**Filiberto Candia García.** Candidato al S.N.I nivel I (2022-2026). Integrante del cuerpo académico BUAP-CA-328. Líneas de investigación; Caracterización e Integración de Materiales en Dispositivos Electrónicos para Aplicaciones en Sistemas Energéticos y Automotrices. Postdoctorado en Política Educativa y Estudios Sociales y Culturales, CENID. Doctorado en Educación Permanente, CIPAE. Doctor en Ingeniería, UPAEP (PNPC). Maestría en Ingeniería opción terminal en Estructuras, BUAP (PNPC). Maestría en Ciencias de la Educación, IEU. Ingeniería Mecánica y Eléctrica, BUAP. Diseñador e instructor independiente de cursos de diseño instruccional y diseño curricular e-learning (de lo presencial a lo virtual), empleando enfoques metodológicos de elaboración propia.



11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37

**Enrique Rafael García Sánchez.** Doctor en ingeniería mecatrónica por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Es profesor adscrito a la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Ha colaborado en diferentes proyectos tanto en instituciones académicas públicas y privadas, así como también en la industria. Ha participado en diferentes congresos nacionales e internacionales y es coautor de diversos trabajos de investigación. Sus intereses académicos y profesionales abarcan principalmente temas enfocados al desarrollo de sistemas aeroespaciales y mecatrónicos.

**Daniela A. Crispin Marciano.** Estudiante de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Con especialidad en tecnologías CAD/CAM/CAE.

**Israel Vivaldo de la Cruz.** Miembro del S.N.I. Nivel 1. Doctor en Dispositivos Semiconductores por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Posdoctorado en Electrónica en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Pionero en la implementación del efecto “photon – down conversión” en la fabricación de celdas solares basadas en la tecnología del silicio, obteniendo resultados prometedores que pueden escalar a producción de celdas de gran área. Tiene experiencia en salas blancas para la fabricación de dispositivos optoelectrónicos inorgánicos. Ha desarrollado prototipos en el campo de la solarimetría, piranómetro basado en el efecto fotovoltaico y seguidor solar de precisión para pirheliómetro.

**María del Rayo Candia García.** Directora General de Universidad Alvar, experta en diseño curricular y planes de estudio. Adaptación de metodologías innovadoras hacia los planes y programas de estudio nivel licenciatura y posgrado.