

Diseño industrial de productos con la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Autores

DI. Ing. Gisell González-Peña González.
Dr C. José Luis Betancourt Herrera.
Instituto Superior de Diseño (ISDi), Cuba

RESUMEN

La aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC en el proceso de diseño, tiene como antecedente directo la publicación en 1963 por Ivan Sutherland del MIT de su tesis doctoral sobre gráficas interactivas por computadora. A partir de ese momento el desarrollo acelerado de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, ha permitido su empleo en casi todas las actividades humanas. Su uso se extendió rápidamente en el ámbito industrial y específicamente en el diseño de productos, donde se ha tornado imprescindible en todas las etapas del proceso de diseño de productos, sobre todo cuando se emplea la metodología de diseño concurrente.

El proceso de incorporación de las TIC al diseño de productos se ha realizado de forma gradual en la medida que se fueron desarrollando nuevas herramientas sin que mediase una caracterización de las mismas que permitiera su empleo eficiente y eficaz en las diferentes etapas del proceso de diseño de productos.

Objetivo: Caracterizar las tecnologías informáticas empleadas en el proceso de diseño de productos para su aplicación eficiente y eficaz en las diferentes etapas del diseño.

Métodos: Observación estructurada, y entrevista a expertos así como el análisis y síntesis, la inducción-deducción e histórico lógico.

Resultados: Caracterización de las tecnologías informáticas para el diseño industrial de productos.

Conclusiones: Las tecnologías de la información aplicadas en el proceso de diseño industrial de productos son software de aplicación que se pueden agrupar en: aplicaciones ofimáticas y aplicaciones CAD-CAE-CAM.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC se ha extendido a casi todas las actividades humanas, pueden ser aprovechadas en las labores de oficina, en el ámbito doméstico, en la industria, en la medicina, en el proceso docente educativo o en el mundo del entretenimiento.

Para la actividad de diseño, el uso de herramientas informáticas permite la disminución de los tiempos de trabajo y su optimización. Las tecnologías informáticas son una alternativa económica para simular objetos o espacios, así como el escenario propicio para testar resultados obtenidos, presentar propuestas, documentar soluciones técnicas, desarrollar propuestas audiovisuales o multimedia, comunicar o distribuir mensajes en la Internet.

El diseño industrial de productos incluye una amplia variedad de proyectos que deben ser abordados en conjunto con profesionales de numerosas áreas del conocimiento: ingenieros, comunicadores, especialistas en mercadotecnia, entre otros.

En el diseño industrial de productos se requiere realizar la validación funcional y de uso de los mismos, anteriormente para este propósito se necesitaba construir un prototipo físico lo cual implicaba el empleo de una gran cantidad de recursos materiales, humanos y financieros. Con el uso de las herramientas informáticas se sustituye el prototipo físico, por un prototipo digital que permite analizar minuciosamente los detalles técnicos de la solución, simular el funcionamiento de mecanismos y las secuencias de uso, bajo condiciones reales simuladas. Las correcciones del proceso de simulación, se puedan realizar digitalmente ahorrando tiempo y recursos económicos. A partir del prototipo digital validado se construye un prototipo físico, con el empleo de las tecnologías de prototipado rápido.

1. Diseño industrial de productos

El diseño, que “es una actividad que tiene como objetivo la concepción de los productos, para que estos cumplan eficientemente su finalidad útil y puedan ser producidos garantizando su circulación y consumo”(Peña, 2007, p.30), cuenta- entre sus problemas profesionales- : la evaluación de productos, contextos, procesos, servicios o proyectos; la investigación de teorías, procesos, productos o usuarios; la gestión de proyectos, estrategias, programas y la realización de proyectos de distintas esferas de actuación (Pérez, 2015).

Peña define los productos como “todo lo que sea resultado de un proceso de producción, independientemente de la escala del mismo”. Dice que el término “se utiliza para resumir el universo de objetos de trabajo de la profesión”(Peña, 2007, p.30). Según explica su alcance abarca soportes de comunicación que operan en el plano, productos audiovisuales o de interacción en la informática, objetos, vestuario, calzado, equipos, maquinarias, espacios, entornos y cualquier otro portador de función (Peña, 2007).

Peña (citado por Pérez, 2015) reconoce como esferas de actuación a “los espacios y escenarios donde concurren y se materializan los problemas profesionales.” En el ISDi se describen seis esferas de actuación: objeto, espacio, maquinarias, asociadas al diseño industrial, así como: digital, gráfico y audiovisual asociadas al diseño de comunicación visual.

Las esferas asociadas al diseño industrial engloban gran diversidad de productos. La esfera de objetos, agrupa “productos que permiten al hombre realizar funciones como extensiones de sí mismo, artefactos que apoyan, facilitan y mejoran la calidad de vida, artículos de uso personal y social” (Pérez, 2015, p.37) por ejemplo: envases, embalajes, vestuario, textiles y complementos, juguetes, mobiliario, luminarias, vajillas y enseres, objetos decorativos y utilitarios, herramientas, así como productos de alta tecnología y sistemas técnicos de media complejidad equipos electrodomésticos, electro-médicos, de comunicación, de procesamiento de información e imagen, medios de ofimática, utillaje e instrumental científico (Pérez, 2015). La esfera de espacios se encarga del diseño de espacios interiores ya sean domésticos, sociales, laborales, culturales y comerciales y de espacios exteriores como parques, espacios urbanos, plazas, paseos y jardines (Pérez, 2015). La esfera de maquinarias, comprende el “diseño de máquinas y equipos de complejidad técnica y sistemas mecánicos, mecatrónicos e ingenieriles” (Pérez, 2015, p.37) por ejemplo: maquinarias y equipos industriales, equipos y máquinas herramientas, medios de transporte, productos con mecanismos, electrodomésticos, equipos médicos, medios de transporte. (Pérez, 2015).

2. Proceso de diseño

El proceso de diseño empleado en el ISDi, tiene un enfoque generalizador que le permite asumir las diferencias y particularidades propias de cualquier tipología de proyecto, ya sea de diseño industrial o de comunicación visual.

En él se reconocen tres etapas, en cada una de ellas el diseñador realiza un conjunto de tareas, aplica un sinnúmero de técnicas, controla y evalúa los resultados parciales:

NECESIDAD	PROCESO DE DISEÑO			PRODUCCIÓN
NECESIDAD	PROBLEMA	CONCEPTO	DESARROLLO	IMPLEMENTACIÓN
Necesidad Condiciones Formular problemas	Planificar Analizar factores Elaborar requisitos	Conceptualizar Generar variantes Evaluar	Detallar soluciones Evaluar	Ajustar soluciones Control de autor Test de mercado

Figura 1: Proceso de desarrollo de un producto (Pérez, 2015).

- Planteamiento de la Necesidad: donde se lleva a cabo la validación de la necesidad y se toman decisiones estratégicas (Peña, 2007).
- Desarrollo del Proyecto: donde se encuentran la subetapa de Análisis del Problema de Diseño en la cual, se enuncia el problema, se planifica el proceso de trabajo, se analizan los factores de diseño y se elaboran los requisitos; la subetapa Conceptualización, donde se genera, evalúan y seleccionan los conceptos de diseño; la subetapa de Desarrollo, donde se generan, evalúan y seleccionan las variantes y se realiza el detallamiento, evaluación y selección de la solución (Peña, 2007).
- Implementación de la Solución: se describen las subetapas de Producción donde se realizan los ajustes tecnológicos, las pruebas de mercado y ventas y el control de autor en la producción y la subetapa de Verificación en la cual se analiza el impacto y la efectividad del producto (Peña, 2007).

De las tres etapas planteadas el diseñador acompaña las de Planteamiento de la Necesidad e Implementación de la Solución, sin embargo es responsable de las etapas de análisis del problema de diseño, conceptualización y desarrollo del proyecto (Peña, 2007).

3. Diseño concurrente

La Ingeniería Concurrente (IC) es un proceso no lineal que articula los elementos de entrada y salida necesarios para elaborar un producto, es una filosofía orientada a integrar sistemática y simultáneamente el diseño de productos y procesos, para que sean considerados desde un principio todos los elementos del ciclo de vida de un producto. Poner en práctica esta forma de trabajo requiere de una infraestructura organizativa flexible y bien articulada así como requiere de soporte tecnológico adecuado y la vasta instrucción del personal (Rojas).

La aplicación de la Ingeniería Concurrente persigue disminuir el tiempo de desarrollo de los productos, aumentar la productividad y la flexibilidad, lo cual incide en la calidad de los mismos debido a que durante el proceso de concepción, diseño y producción son sometidos a la consideración de profesionales de diversas áreas del conocimiento y que intervienen en las distintas etapas del proceso. La retroalimentación constante entre cada una de las áreas involucradas en la realización de un producto, permite realizar a tiempo ajustes y correcciones que reducen los costos y garantizan una utilización más eficiente de los recursos materiales y humanos.

El ciclo de desarrollo de un producto desde un enfoque concurrente involucra las mismas funciones que si se abordara de forma secuencial, con una marcada diferencia en la constante interacción que se produce entre ellas, de modo que, el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones es vital para asumir esta filosofía de trabajo que requiere cambios organizacionales y tecnológicos contundentes.

El proceso de diseño industrial de un producto tomando en cuenta las etapas descritas por Peña: análisis del problema de diseño, conceptualización y desarrollo (Peña, 2007), no contempla, en su totalidad, las etapas por las que transita, dicho producto, desde que se concibe la idea hasta la fabricación, distribución y comercialización, ni la interacción con las áreas que intervienen en el proceso sino que constituye una pieza dentro del engranaje organizativo, la necesidad de disminuir el tiempo desde el surgimiento de una idea, hasta el lanzamiento del producto al mercado han impuesto la concurrencia de las diversas áreas implicadas. Si la organización, trabaja con un enfoque de Ingeniería Concurrente, entonces el proceso de diseño industrial de productos debe adoptar, así mismo, un carácter concurrente, descartando el enfoque secuencial.

De la fluidez del trabajo en equipo y la correcta planificación de las tareas depende el éxito del proyecto. Los miembros del equipo deben comunicarse haciendo uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, para acceder simultáneamente a las bases de datos del producto en que se trabaja. Mientras el equipo de diseño industrial se encuentra transitando por las distintas etapas del proceso de diseño, las áreas de mercadotecnia, producción, logística, ingeniería y cualquier otra involucrada podrá acceder simultáneamente a la información, entendiéndose: modelos digitales, planos, visualizaciones, simulaciones; y de esta interacción surgirán ajustes y modificaciones, resultado de los análisis particulares de cada área (Rojas).

4. Las Tecnologías de la información y las comunicaciones: TIC

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC definidas en 2001 por CAIBI “son el resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se consideran como sus componentes el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones” (citado por Betancourt, 2016).

Las tecnologías de la información y las comunicaciones, TIC, es la integración de las tecnologías informáticas que se dedican principalmente al desarrollo de sistemas y lenguajes computacionales e incluyen el video, las imágenes y el sonido, y las telecomunicaciones que son sistemas y técnicas que permiten la emisión y recepción de señales, sonidos, imágenes, textos o informaciones de cualquier naturaleza por procedimientos ópticos, eléctricos o electromagnéticos. (Betancourt, 2016).

En general, hablar de las tecnologías informáticas refiere al uso de computadoras y de software electrónico, así como de convertir, almacenar, proteger, procesar, transmitir y de recuperar información. Las tecnologías informáticas se encargan del estudio, diseño, desarrollo, innovación, puesta en práctica, ayuda o gerencia de los sistemas informáticos computarizados. “Las Tecnologías de la Información y de la comunicación incluyen a la vez equipos y programas informáticos” (hardware y software) (manual de Oslo 3ra Edición 66. Pág. 32)

5. Las TIC y el diseño industrial de productos

Para llevar a cabo las etapas antes descritas en el proceso de diseño industrial de productos, se pueden emplear las TIC, que ofrecen no pocas facilidades. Entre los usos posibles de dichas tecnologías se pueden destacar:

- Almacenamiento, procesamiento y presentación de la información compilada.
- Documentación teórica del proyecto.
- Exploración formal e ilustración de variantes.

- Simulación de modos y secuencias de uso.
- Testeo de mecanismos, estructura o materiales.
- Modelación 3D, visualización y documentación de la solución final.
- Presentación de proyectos.
- Producción de modelos, maquetas o prototipos en equipos de control numérico.

5.1 Software de aplicación.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que se emplean en el proceso de diseño industrial de productos son, fundamentalmente, los software de aplicación que comprenden aquellos desarrollados para cualquier tarea que se beneficie del empleo de la computación y permiten realizar procesamiento de datos en áreas y tareas específicas (Anónimo, 2012).

Los software de aplicación pueden clasificarse en

- Aplicaciones ofimáticas.
- Software de Cálculo Numérico.
- Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).
- Software de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)
- Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).
- Aplicaciones de Sistema de control y automatización industrial.
- Software médico.
- Software educativo.

5.2 CAD/CAE/CAM:

El Diseño Asistido por Computadora (CAD), implica la aplicación de las tecnologías para realizar tareas de creación, modificación, análisis y optimización de un diseño. De esta forma, cualquier aplicación que incluya una interfaz gráfica y cuya función principal sea la definición de la geometría del diseño, que es esencial para las actividades subsecuentes en el ciclo de vida del producto, se considera software de CAD (Rojas). Con esta tecnología se genera el prototipo digital, dibujos bi y tridimensionales, planos técnicos, y visualizaciones que simulan la realidad.

La geometría de un objeto se usa en etapas posteriores para tareas de análisis, evaluación, simulación y optimización que posibilitan el análisis de tolerancias, de resistencia o el cálculo de propiedades físicas (masa, volumen, momentos, etc.) en lo que suele llamarse Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) y que muchos autores contemplan dentro del CAD.

Luego en el proceso de Manufactura Asistida por Computadora (CAM), se aprovecha la geometría generada con las tecnologías CAD para planificar, ajustar o diseñar la producción automatizada con herramientas de control numérico (Rojas).

El mayor de los beneficios de las tecnologías CAD, CAE, CAM es la reutilización de la información creada en la etapa de síntesis, en las etapas de análisis y también en el proceso de manufactura.

Las tecnologías CAD se pueden dividir en dos tipos:

- Para diseño de productos industriales, mecánicos, arquitectónicos, hidráulicos, entre otros: objetos, espacios, piezas, máquinas, maquinarias.
- Para diseño de productos de comunicación visual: en el diseño digital, de gráfica o audiovisual.

Las herramientas para el diseño industrial de productos son programas de dibujo vectorial que trabajan con gran precisión para representar y controlar las entidades dibujadas y sus interrelaciones de modo que permitan pasar con integridad a las tecnologías CAE y posteriormente CAM, el proceso de producción dependerá de la veracidad de la información generada con tecnología CAD.

Tipos de software para el diseño de productos industriales:

- Programas de CAD para modelado tridimensional.
- Programas de CAD para dibujar planos.
- Programas de CAD para simular la realidad.
- Programas de CAM.
- Programas de CAE.
- Programas de instalaciones.

Las herramientas para el diseño de productos de comunicación visual pueden emplearse para generar dibujos vectoriales y como en el caso anterior, definen entidades geométricas o pueden centrarse en el tratamiento de imágenes que se almacenan como mapas de bits y se encargan por ejemplo de la resolución, el modo de color, el retoque. La mayoría de estos software permite trabajar en distintas capas, algunos son capaces de manejar entidades de ambos tipos: vectoriales o de mapas de bits y en casos específicos incluir sonido.

Tipos de software para el diseño de productos de comunicación visual:

- Programas de maquetación de publicaciones.
- Programas de dibujo libre (ilustración).
- Programas de edición de imágenes y videos.

5.3 Software de aplicación y proceso de diseño industrial de productos.

Para llevar a cabo las tareas de las distintas etapas contempladas dentro del proceso de diseño industrial de productos se emplean múltiples software de aplicación que pueden clasificar como:

- a. Aplicaciones ofimáticas.
- b. Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD.)
 - Para diseño de productos de comunicación visual
 - De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits.
 - Programas de edición de imágenes y videos.
 - Programas de maquetación de publicaciones.
 - Para diseño de productos industriales
 - Programas para modelado tridimensional.
 - Programas para dibujar planos.
 - Programas para simular la realidad.
- c. Software de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE).
- d. Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).

Los resultados a obtener en cada una de las etapas del proceso de diseño industrial de productos, incluyendo la etapa de análisis de la necesidad que el diseñador acompaña, se describen a continuación:

Etapas de análisis de la necesidad:

- Encargo de diseño procesado o reestructurado.
- Información existente hasta el momento de la situación y el escenario actual.

- Problemas a solucionar mediante el diseño.
- Condicionantes dictadas por los análisis.
- Estrategias conceptuales.

Etapa de análisis del problema de diseño:

- Situación problemática y definición del problema de diseño.
- Información existente hasta el momento en materia de factores de diseño.
- Análisis ergonómicos.
- Condicionantes extraídas de las normas de diseño y el encargo.
- Requisitos de diseño ordenados por factores.
- Decisiones tomadas para la solución.
- Matriz funcional por los análisis de factores.

Etapa de conceptualización:

- Concepto final: premisa conceptual y la alternativa a la premisa escogida.
- Esquemas, modelos, imágenes, visualizaciones bi-tridimensionales que contribuyan a la comprensión del concepto.
- Representación de modo, secuencia, contexto de uso, relaciones con el usuario.
- Representación del concepto formal, expresión, imagen, materiales, acabados superficiales, color.
- Dimensiones generales y proporciones.
- Configuración formal y funcional.
- Solución de portadores de función.
- Soluciones tecnológicas generales de implementación.
- Componentes y piezas extraídas de catálogo.

Etapa de desarrollo:

- La solución final con toda la información requerida para su entendimiento y producción.
 - Premisa conceptual y la alternativa a la premisa escogida.
 - Esquemas, modelos, imágenes, visualizaciones bi-tridimensionales que contribuyan a la comprensión de la propuesta.
 - Representación de modo, secuencia, contexto de uso, relaciones con el usuario.
 - Representación del concepto formal, expresión, imagen, materiales, acabados superficiales, color.
 - Dimensiones generales y proporciones.
 - Configuración formal y funcional.
 - Solución de portadores de función.
 - Soluciones tecnológicas generales de implementación.
 - Componentes y piezas extraídas de catálogo.
- Documentación técnico ejecutiva (anteproyecto)
 - Planos técnicos, plantillas y pautas con las todas las dimensiones acotadas y tolerancias.
 - Esquemas de ensamble y montaje.
- Componentes y piezas extraídas de catálogo.
 - Cantidad de elementos utilizados de una misma tipología.
 - Catálogo del que ha sido extraído.

Para obtener resultados antes mencionados se deben cumplir en cada etapa del proceso industrial de productos las siguientes tareas:

Etapa de análisis de la necesidad:

- Transformación el encargo de diseño que llega en enunciado de la necesidad.
- Descripción de la necesidad.
- Valoración de la necesidad.
- Definición de las condicionantes que van surgiendo con los análisis realizados.
- Cuestionamiento del encargo establecido
- Establecimiento de estrategias conceptuales a partir de los análisis.

Etapa de análisis del problema de diseño:

- Planteamiento del problema de diseño: Recepción de la información proveniente del encargo y de los análisis anteriores y conversión de esta en problema de diseño para comunicar lo que se va a proyectar, elaborando de esta manera el enunciado del problema de diseño.
- Investigación acerca de las normas vigentes para el producto con que se trabaja, las cuales se convierten en condicionantes para el proyecto.
- Análisis el problema a través de los factores de Diseño, sin olvidar las condicionantes dictadas desde el encargo y las estrategias conceptuales planteadas desde la etapa de análisis de necesidad.
 - Factor Tecnológico (producción-producto) (qué tecnología posee)
 - Factor Funcional (Necesidad-producto) (cómo funciona)
 - Factor de Uso (Interacción sujeto-producto) (cómo y quién lo usa)
 - Factor Contextual (entorno-producto) (cómo vive en su contexto)
 - Factor Mercadológico (Circulación-producto)
- Elaboración del programa de requisitos de diseño a partir de los análisis realizados por factores de diseño y de las condicionantes pautadas desde el encargo y las normas.
- Toma de decisiones

Etapa de conceptualización:

- Definición premisas conceptuales.
- Evaluación, ponderación y descarte de premisas conceptuales.
- Planteamiento de las alternativas conceptuales.
- Combinación lógica de las alternativas conceptuales.
- Presentación de los diferentes conceptos de diseño de manera fundamentada y a través de los medios adecuados.
- Selección del concepto final.

Etapa de desarrollo:

- Generación de variantes del concepto seleccionado: Desarrollo del concepto para convertirlo en la solución final, buscando la depuración formal, la optimización funcional, y la optimización del uso.
- Evaluación de todas las variantes del concepto escogido para seleccionar la solución final que dará solución al problema de diseño.
- Detallamiento técnico de la solución final para la posterior producción del producto.

- Se precisan los portadores, las aplicaciones, se realizan test de esfuerzos, simulaciones dinámicas y estáticas y test funcionales y de uso.
 - Se realiza el dimensionamiento detallado y se establecen las soluciones constructivas.
 - Adecuación tecnológica del producto
- Ajustes de procesos:
- Adecuación a materiales y procesos productivos
 - Dimensionamiento tecnológico
 - Secuencia de ensamble
 - Adecuación a soportes
 - Integración de pautas tecnológicas
- Presentación de la solución final, lista para la producción.

Las tareas realizadas para obtener los resultados obtenidos en cada etapa del proceso de diseño industrial de productos se logran mediante el uso de los distintos tipos de software de aplicación empleados según se describe a continuación:

SOFTWARE DE APLICACIÓN EMPLEADOS POR ETAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO INDUSTRIAL DE PRODUCTOS		NECESIDAD	PROBLEMA	CONCEPTO	DESARROLL	
a	APLICACIONES OFIMÁTICAS	X	X	X	X	
b	SOFTWARE DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)					
	CAD	<i>Para diseño de productos de comunicación visual</i>				
		Programas de maquetación de publicaciones	X	X	X	X
		De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits		X	X	X
		Programas de edición de imágenes y videos		X	X	X
	CAD	<i>Para diseño de productos industriales</i>				
		Programas para modelado tridimensional			X	X
	Programas para dibujar planos			X	X	
	Programas para simular la realidad.			X	X	
c	SOFTWARE DE INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)				X	
d	SOFTWARE DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM)			X	X	

Tabla1: Software de aplicación empleados en cada etapa del proceso de diseño industrial de productos

CONCLUSIONES

Las tecnologías de la información y las comunicaciones empleadas en el proceso de diseño industrial de productos son software de aplicación que se pueden agrupar en: aplicaciones ofimáticas y software CAD-CAE-CAM.

Las aplicaciones ofimáticas se emplean en el procesamiento y análisis de información referente al proyecto en cuestión, en las etapas de análisis de la necesidad y del problema de diseño, conceptualización y desarrollo.

Con las tecnologías CAD se realizan las tareas de conceptualización, definición de la geometría, representación, modelación, modificación, creación de prototipos digitales y presentación de la solución que se llevan a cabo en las etapas de análisis del problema de diseño, conceptualización y desarrollo.

Las tecnologías CAE: se usan para las tareas de análisis por elementos finitos, evaluación, simulación dinámica y optimización del prototipo digital, son aplicadas en la etapa de desarrollo del proceso de diseño.

Con las tecnologías CAM a partir del prototipado rápido, se elaboran modelos, maquetas y prototipos, útiles para la evaluación y presentación de la solución, que se emplean en las etapas de conceptualización y desarrollo del proceso de diseño, aunque hay que considerar que en el posterior proceso de producción, haciendo uso del prototipo digital obtenido con las tecnologías CAD, se emplean para la construcción de piezas únicas o series pequeñas, así como para la planeación de los procesos productivos y la subsiguiente producción definitiva con herramientas de control numérico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betancourt Herrera, Dr. José Luis. (2016). *“Nuevas Tecnologías para el Diseño”*. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Nuevas Tecnologías para el Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.
- Peña, MSc. Sergio. (2007). *Propuesta de currículo para la formación de diseñadores*. Tesis para optar por el título de Máster en Gestión de Diseño. ISDi, La Habana, Cuba.
- Pérez, MSc. Milvia. (2015). *“Teoría de Diseño”*. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Teoría de Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.
- Rojas Lazo, Ing. Oswaldo. *Diseño asistido por computador*.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Álvarez, Carlos (2002). *Método de diseño industrial asistido por computadoras*. MDIAC. CyAD, UAM Azcapotzalco, México.
- Anónimo. *CAD aplicaciones y tipos de programas*. Recuperado de <http://platea.pntic.mec.es/~jalons3/4ESO/1diseno/2aplitipo.htm>
- Anónimo. (2012). *Clasificación del software*. Recuperado de <http://www.mitecnologico.com/Main/ClasificacionDelSoftware>
- Anónimo. (2008). *¿Qué tipos de software hay y cómo se clasifican?* Recuperado de <https://darkub.wordpress.com/2008/12/20/%C2%BFque-tipos-de-software-hay-y-como-se-clasifican/>
- Bernal Barrón, Roberto (2002). *Propuesta de un modelo del proceso de Diseño Industrial apoyado en las nuevas tecnologías de la información y su aplicación*. CyAD, UAM Azcapotzalco, México.
- Betancourt Herrera, Dr. José Luis. (2016). *“Nuevas Tecnologías para el Diseño”*. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Nuevas Tecnologías para el Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.
- Bonilla, Ana (2003). *Guía Básica para la Aplicación de las TICS en PYMES*. Capítulo 1 Herramientas de diseño e ingeniería.
- Candal M. V. (2005) Integración CAD/CAE/CAM-PR en la optimización del diseño de productos plásticos: caso de estudio. *Revista Ciencia e Ingeniería*. Vol. 26 No. 3. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- García Velásquez, Luis Andrés (2013). *Metodología de integración de las técnicas MMC/CAD/CAM para la reproducción de una pieza Metal-Mecánica*.
- Peña, MSc. Sergio. (2007). *Propuesta de currículo para la formación de diseñadores*. Tesis para optar por el título de Máster en Gestión de Diseño. ISDi, La Habana, Cuba.
- Pérez, MSc. Milvia. (2015). *“Teoría de Diseño”*. Maestría Gestión de Diseño, Módulo “Teoría de Diseño”, Conferencia 1. ISDi, La Habana, Cuba.
- Quesada Estrada, Dra. Ing. Ana María & Pérez Rodríguez, Ing. Roberto. *CAD/CAM en la industria de fabricación de herramientas*. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”.
- Rojas Lazo, Ing. Oswaldo. *Diseño asistido por computador*.
-