**Título: Aplicación de tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de diseño industrial de maquinarias.**

**Autores:**

DI. Ing. Gisell González-Peña González.

Dr. José Luis Betancourt Herrera.

**Resumen:**

La aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC en el proceso de diseño de cualquier tipo de producto, tiene su origen en el desarrollo vertiginoso de las tecnologías informáticas durante el siglo XX. Su uso se extendió rápidamente en el ámbito industrial y específicamente en el diseño de maquinarias, se tornó imprescindible.

Objetivo general:

Caracterizar las tecnologías informáticas empleadas en el diseño industrial de maquinarias.

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 maquinarias.

**Cuerpo del texto**

**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 puede suponer la disminución de los tiempos de trabajo y su optimización. Ofrecen una vía económica para emular 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 de maquinarias puede considerarse una de las prácticas de la profesión de mayor grado de dificultad. Por lo general debe ser abordado en conjunto con profesionales de otras áreas del conocimiento: ingenieros mecánicos, automáticos, agrónomos, cibernéticos, físicos, en dependencia de las necesidades que deba cubrir.

La concepción de equipos o maquinarias, suele requerir la complicada integración de módulos y partes cuya producción física implicaría gran cantidad de recursos materiales, humanos y de espacio. Mediante el uso de herramientas informáticas se pueden analizar minuciosamente los detalles técnicos de una solución, examinar mecanismos o simular secuencias de uso, de modo que, las correcciones surgidas, se puedan realizar digitalmente ahorrando tiempo y recursos económicos, permitiendo además descomponer el problema en sub problemas.

1. **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).

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).

1. **Diseño de maquinarias.**

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 concepción de proyectos de distintas esferas de actuación (Pérez, 2015).

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, de la especialidad de diseño industrial y digital, gráfica y audiovisual de la especialidad de comunicación visual.

En particular 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. Las aplicaciones cotidianas de las maquinarias comprenden la agricultura, la minería, el transporte, el divertimento, la industria. Como cualquier otro producto, son resultado de un proceso de producción y forman parte del universo de objetos de trabajo de la profesión de diseño (Pérez, 2015).

1. **Proceso de diseño:**

El proceso de diseño empleado en el ISDi, tiene un enfoque generalizador que le permite ser acomodado, asumiendo las diferencias y particularidades propias de cualquier tipología de proyecto.

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:

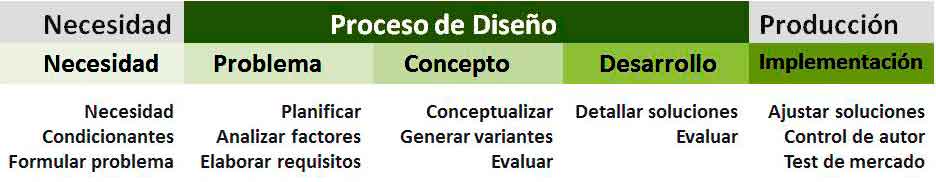


Figura 1: Proceso de desarrollo de un producto (Pérez, 2015).

Planteamiento de la Necesidad: donde se lleva a cabo la validación de la necesidad y se toman decisiones estratégicas.

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.

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.

De las tres etapas planteadas el diseñador acompaña las de Planteamiento de la Necesidad e Implementación de la Solución, sin embargo es responsable de la etapa de Desarrollo del Proyecto (Peña, 2007).

1. **Las TIC y el diseño de maquinarias.**

Para llevar a cabo las etapas antes descritas en el proceso de diseño de maquinarias, 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.

**4.1 Software de aplicación.**

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que se emplean en e l proceso de diseño de maquinarias son, fundamentalmente, los software de aplicación que son 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.

**4.2 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 de productos industriales tridimensionales son programas de [dibujo vectorial](file:///D:\Dise%C3%B1o\Maestr%C3%ADa%20Gisell\Bienal\TIC\Articulo%20software\2.%20Cad%20aplicaciones%20y%20tipos%20de%20programas.htm#Dibujo%20vectorial) 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 de 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](file:///D:\Dise%C3%B1o\Maestr%C3%ADa%20Gisell\Bienal\TIC\Articulo%20software\2.%20Cad%20aplicaciones%20y%20tipos%20de%20programas.htm#Mapa%20de%20bits) y se encargan por ejemplo de la [resolución](file:///D:\Dise%C3%B1o\Maestr%C3%ADa%20Gisell\Bienal\TIC\Articulo%20software\2.%20Cad%20aplicaciones%20y%20tipos%20de%20programas.htm#Resoluci%F3n), 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 comunicación visual:

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

**4.3 Software de aplicación y proceso de diseño de maquinarias.**

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

1. Aplicaciones ofimáticas.
2. Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD.)
   * Para Diseño 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 Industrial
* Programas para modelado tridimensional.
* Programas para dibujar planos.
* Programas para simular la realidad.

1. Software de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE).
2. Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).

A continuación se desglosa su aplicación según las tareas que se llevan a cabo en cada etapa del proceso de diseño de maquinarias:

**Etapa de necesidad:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ETAPA DE NECESIDAD** | |
| **Tarea a desarrollar** | **Software de aplicación empleado** |
| Transformación el encargo de diseño que llega en enunciado de la necesidad. | Aplicaciones ofimáticas |
| Descripción de la necesidad. | Aplicaciones ofimáticas |
| Valoración de la necesidad. | Aplicaciones ofimáticas |
| Definición de las condicionantes que van surgiendo con los análisis realizados. | Aplicaciones ofimáticas |
| Cuestionamiento del encargo establecido | Aplicaciones ofimáticas |
| Establecimiento de estrategias conceptuales a partir de los análisis. | Aplicaciones ofimáticas |

Resultados obtenidos de la etapa de necesidad:

* Información que se genera:
* Encargo de diseño reestructurado o el propuesto desde un principio
* Toda la información existente hasta el momento de la situación y el escenario actual.
* Los problemas a solucionar mediante el diseño
* Condicionantes dictadas por los análisis.
* Estrategias conceptuales

**Etapa de problema:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ETAPA DE PROBLEMA** | |
| **Tarea** | **Software de aplicación empleado** |
| 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. | Aplicaciones ofimáticas   * + Diseño de Comunicación Visual * Programas de maquetación de publicaciones. |
| Investigación acerca de las normas vigentes para la maquinaria con que se trabaja, las cuales se convierten en condicionantes para el proyecto. | Aplicaciones ofimáticas |
| 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) | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones. |
| 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. | Aplicaciones ofimáticas   * + Diseño de Comunicación Visual * Programas de maquetación de publicaciones. |
| Toma de decisiones | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * Programas de maquetación de publicaciones. |

Resultados obtenidos de la etapa de problema:

* Situación polémica.
* Toda la información existente hasta el momento en materia de factores de diseño.
* Condicionantes extraídas de las normas de diseño y el encargo.
* Requisitos de diseño
* Decisiones tomadas para la solución
* Matriz funcional por los análisis.

**Etapa de concepto:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ETAPA DE CONCEPTO** | |
| **Tarea** | **Software de aplicación empleado** |
| Definición premisas conceptuales. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * Programas de maquetación de publicaciones. |
| Evaluación, ponderación y descarte de premisas conceptuales. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * Programas de maquetación de publicaciones. |
| Planteamiento de las alternativas conceptuales. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones. |
| Combinación lógica de las alternativas conceptuales. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. |
| Presentación de los diferentes conceptos de diseño de manera fundamentada y a través de los medios adecuados. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. * Programas para simular la realidad.   Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). |
| Selección del concepto final. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. * Programas para simular la realidad.   Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). |

Resultados obtenidos de la etapa de concepto:

* Concepto final: premisa conceptual y la alternativa a la premisa escogida, así como el ¨qué¨, ¨cómo¨ y ¨por qué¨ de todas las soluciones del concepto arribado.
* Imágenes bi y tridimensionales que contribuyan a la comprensión del mismo (esquemas, renders, modelos)
* Modo de uso definido (secuencia, relaciones con el usuario, contexto de uso)
* Concepto formal (expresión, imagen, materiales, acabados superficiales, concepto de color, etc.)
* Dimensiones generales y proporciones
* Configuración formal, con las proporciones adecuadas
* Configuración funcional.
* Solución a los portadores de función
* Soluciones tecnológicas generales de implementación.
* Componentes y piezas extraídas de catálogo.
* Estrategias conceptuales

**Etapa de desarrollo:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ETAPA DE DESARROLLO** | |
| **Tarea** | **Software de aplicación empleado** |
| 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. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. |
| Evaluación de todas las variantes del concepto escogido para seleccionar la solución final que dará solución al problema de diseño. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. |
| 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. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos.   Software de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)  Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM) |
| Adecuación tecnológica de la maquinaria  Ajustes de procesos:   * Adecuación a materiales y procesos productivos * Dimensionamiento tecnológico * Secuencia de ensamble * Adecuación a soportes * Integración de pautas tecnológicas | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. * Programas para simular la realidad.   Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). |
| Presentación de la solución final, lista para la producción. | Aplicaciones ofimáticas  Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)   * + Diseño de Comunicación Visual * De dibujo libre: Vectorial y Mapa de Bits. * Programas de edición de imágenes y videos. * Programas de maquetación de publicaciones.   + Diseño Industrial * Programas para modelado tridimensional. * Programas para dibujar planos. * Programas para simular la realidad.   Software de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). |

Resultados obtenidos de la etapa de desarrollo:

1) La solución final con toda la información requerida para su entendimiento y producción.

* Presentación general de la solución (Descripción de la solución)
* Visualización de la solución (dibujos, representaciones 2D y 3D, maquetas, animaciones).
* Premisa conceptual y la alternativa a la premisa escogida, así como el ¨qué¨, ¨cómo¨ y ¨por qué¨ de todas las soluciones del concepto arribado, destacando las particularidades más significativas de la solución.
* Modos de uso, secuencias, relaciones con el usuario y contexto de uso, definidos e ilustrados con fotografías, videos o animaciones.
* Concepto formal (expresión, imagen, materiales, acabados superficiales, concepto de color, etc.)
* Configuración formal.
* Configuración funcional.
* Solución a todos los portadores de función

2) Documentación técnico ejecutiva (anteproyecto)

* Planos técnicos, plantillas y pautas con las todas las dimensiones acotadas y tolerancias.
* Esquemas de ensamble y montaje (esquemas, gráficos y especificaciones que explican maniobras de ensamble, particularidades de montaje)

3) Componentes y piezas extraídas de catálogo.

* Cantidad de elementos utilizados de una misma tipología.
* Catálogo del que ha sido extraído.

**Conclusiones:**

Las tecnologías de la información y las comunicaciones empleadas en el proceso de diseño industrial de maquinarias 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; 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; las tecnologías CAE: se usan para las tareas de análisis por elementos finitos, evaluación, simulación dinámica y optimización del prototipo digital; con las tecnologías CAM a partir del prototipado rápido, se elaboran modelos, maquetas y prototipos, útiles para la evaluación y presentación de la solución, 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.*