

## SISTEMA DE EJERCICIOS DIGITALIZADOS PARA EL ESTUDIO DE PLANOS DE ENSAMBLES

### Digitalized exercise system for the study of assembly plans

MSc. Jesús F. Velázquez Pérez

Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Técnicas, [jvelazquezp@udg.co.cu](mailto:jvelazquezp@udg.co.cu)

Virgilio Herrera Rondón

Universidad de Granma, [vherrerar@udg.co.cu](mailto:vherrerar@udg.co.cu)

Agustín Pérez Peña

Universidad de Granma, [aperezp@udg.co.cu](mailto:aperezp@udg.co.cu)

Jorge Piñeiro Núñez

Universidad de Granma, [jpineiron@udg.co.cu](mailto:jpineiron@udg.co.cu)

*Recibido: 18/10/16 / Aceptado: 12/11/16*

#### RESUMEN:

En la Universidad de Granma se elaboró un sistema de solicitudes para el tema Unidades Ensambladas de la disciplina Gráfica de Ingeniería que evitan la reproducción de dibujos, facilitan la comprensión del acoplamiento de los elementos y permite observar el principio de funcionamiento. Son ejercicios que aparentan la imagen visual y que en -ausencia del objeto real- es lo más objetiva posible, cercana a la observación fidedigna de mecanismo. El equipo se apoyó en los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD), que simulan movimientos, presentan el explotado, y permite la observación de la unión desde diferentes ángulos. Se acompaña con ilustraciones acotadas. Estos ejercicios son aplicados en las carreras de Ingeniería mostrándose un significativo grado de satisfacción entre los expertos en la materia que trabajan con la disciplina, y evidenciándose resultados positivos en el desarrollo de las habilidades de representación e interpretación en los estudiantes.

**Palabras Claves:** digitalización, simulación de movimiento, dibujo, ensamble.

#### ABSTRACT:

At the University of Granma, a system of requests for the subject Assembled Units of the Graphic Engineering discipline that prevent the copy of drawings was drawn up. It facilitates the understanding of the link of the elements and allows us to observe the principle of operation. They are exercises that look like the visual image and that, in the absence of the real object, is as objective as possible, close to the reliable observation mechanism. The team relied on the computer system designs (CAD), which simulate movements, present the explode, and allows observation of the union from different angles. It is accompanied with illustrations. These exercises are applied in engineering

careers showing a significant degree of satisfaction among experts working with this discipline, and demonstrating positive results in the development of representation and interpretation skills in students.

**Key words:** digitalization, motion simulation, drawing, assembly.

## INTRODUCCIÓN

En la disciplina Gráfica de Ingeniería de las carreras técnicas, los medios de enseñanza juegan un papel excepcionalmente importante debido a que las ilustraciones son su sustento fundamental. No siempre se tiene fácil acceso a los objetos reales para comparar o explicar un contenido determinado, y las maquetas requieren de mayores trabajos que obligan recurrentemente a buscar opciones más factibles como lo son las representaciones gráficas.

Tales dibujos son más efectivos en la medida en que lo representado se acerque lo más posible a la imagen visual del objeto real. La fotografía es el caso más cercano en este aspecto. Sin embargo esta no siempre puede mostrar elementos necesarios para el estudio del objeto, pues no presenta -por lo general- los elementos internos deseados y la presentación es absolutamente estática.

Dentro de la disciplina en cuestión se encuentra el tema Planos de Ensamble, que como máxima expresión del contenido, y ubicado en las postrimerías del sistema de conocimientos del programa analítico, recoge en él todos los elementos anteriormente estudiados en la disciplina, es decir, en este tema debe dominarse todo el contenido referido al llamado dibujo básico, más los elementos del dibujo aplicado tales como representación de planos de pieza, sus características e indicaciones de los requisitos técnicos pertinentes. Estas piezas abarcan árboles y ejes, ruedas dentadas, poleas, chapas metálicas, artículos normalizados y piezas mecánicas en general. Todas las piezas estudiadas por separado, ahora se reúnen en un solo documento llamado plano de ensamble, que requiere para su estudio y elaboración, disponer de la unidad ensamblada. Lo ideal sería que el estudiante cuente con el objeto real. En su defecto los manuales existentes presentan la propuesta de ejercicios de formas variadas, pero en todos los casos persiste el elemento reproductivo, toda vez que el estudiante dispondrá, de alguna manera, de las vistas y acotaciones de las piezas no normalizadas, lo cual facilita en la práctica la copia de parte de la respuesta esperada de él.

Al hacer un estudio de la situación del proceso de enseñanza aprendizaje en esta asignatura se pudo comprobar que existen algunas insuficiencias que se relacionan a continuación:

1. La carencia de una literatura que presente ejercicios para el tema Planos de Ensamble de manera que elimine cualquier posible reproducción de vistas y acotado técnico, y facilite a su vez, el estudio integral de la unidad ensamblada.

2. La falta de remedos u objetos reales de unidades ensambladas que permitan realizar en la práctica el análisis de las características de cada componente, sus nexos y principio de funcionamiento, así como su ensamble y despiece.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se asumió como problema científico las Insuficiencias en la calidad del aprendizaje de la disciplina Gráfica de la Ingeniería. El objeto de investigación es el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Gráfica de la Ingeniería. Por su parte el objetivo es la elaboración de sistema de ejercicios digitalizados con posibilidades de animación, para el estudio del tema Planos de Ensamble de la disciplina Gráfica de la Ingeniería para las carreras técnicas. Mientras que el campo de acción es el sistema de medios de enseñanza para del tema Planos de Ensamble de la disciplina Gráfica de la Ingeniería. Se establece como aporte práctico la elaboración por primera vez, de un sistema de ejercicios con representaciones digitalizadas para el tema Planos de Ensamble de la disciplina Gráfica de Ingeniería, que además de facilitar el desarrollo de las clases, se muestren con simulación de movimientos para la observación minuciosa del principio de funcionamiento de la unidad ensamblada y del acoplamiento de cada uno de los componentes, y también elimine todo vestigio de posible reproducción de los dibujos, garantizando una participación más activa en la adquisición de los conocimientos por los propios estudiantes.

### **Materiales y métodos**

Entre los métodos de investigación científica empleados en este trabajo estuvieron el de análisis y síntesis, para tener un mayor conocimiento de documentos y elementos referidos al contenido de la disciplina Gráfica de la Ingeniería y poder resumir los resultados finales; inducción-deducción, para establecer la situación real del problema mediante la aplicación de instrumentos que nos permiten generalizar partiendo de particularidades específicas; sistémico estructural funcional, para proporcionar una orientación general de cada uno de los elementos componentes de cada unidad ensamblada, así como las cualidades e interrelaciones entre los mismos; también la encuesta, técnica utilizada para obtener información acerca de la esencia y actualidad del problema científico de la investigación y valorar por criterio de expertos la posible efectividad del sistema de ejercicios elaborado; así se asume como procedimiento el cálculo porcentual para contabilizar, tabular e interpretar matemáticamente los resultados.

Se trabajó con una población de estudiantes de las carreras Ingeniería Agrícola e Ingeniería Mecánica de la Universidad de Granma. La muestra fue la totalidad de los estudiantes (43) del primer año de la carrera Ingeniería Agrícola y del segundo año de la carrera Ingeniería Mecánica, durante el curso académico 2015-2016.

Para la elaboración del sistema de ejercicios se estudiaron detenidamente el sistema de conocimientos de la disciplina, el programa analítico de la misma, así como los documentos afines a ella. La base de la propuesta está sustentada en los ejercicios presentados en el Manual de Trabajos Prácticos de Dibujo Aplicado del colectivo de autores del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, centro rector de la disciplina.

Apoyados en los sistemas disponibles de diseño asistido por computadora (CAD), tales como el SolidWorks 2015 y el Autodesk Inventor 2016 asumidos para la docencia en las carreras de ingeniería, en la UDG, se procedió a la elaboración de las imágenes y

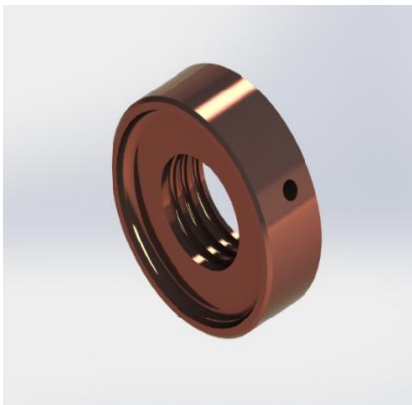
conformación de la propuesta de ejercicios que cumplieran con los requerimientos deseados.

### Resultados y discusión:

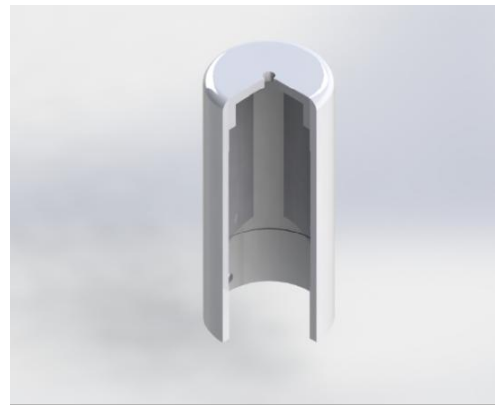
La aplicación consecuente y ordenada de los métodos investigativos permitió realizar el estudio y análisis general de la documentación concerniente al sistema de conocimientos del dibujo de ensamble para, a su vez, tener un claro discernimiento de los elementos referidos al contenido de la asignatura y la interdisciplinariedad pertinente. Se estableció la situación real del problema lo que dio acceso a la generalización, partiendo de particularidades específicas que proporcionaron una orientación definida de cada uno de los elementos componentes de una unidad ensamblada, así como las cualidades e interrelaciones entre los mismos. Por su parte, se conoció el estado de opinión de los estudiantes respecto a la asignatura recibida, se consultó a expertos solicitando su valoración sobre el sistema de ejercicios, y se constató la efectividad de la implementación del sistema de ejercicios en la asimilación de los conocimientos de los estudiantes, la cual fue contabilizada, tabulada e interpretada matemáticamente para presentar los resultados finales.

Entre las características comunes asumidas para cada ejercicio, el enunciado se establece apoyado en la serie de ilustraciones y visualizaciones correspondientes a una unidad ensamblada (UE) de la que se pide que el estudiante elabore:

- a) Los planos de pieza de cada uno de los componentes no normalizados,
- b) El plano de ensamble de la UE en cuestión, y
- c) Las especificaciones técnicas de la misma.



**Fig. 1:** Presentación visual de la pieza 4 (tapa).



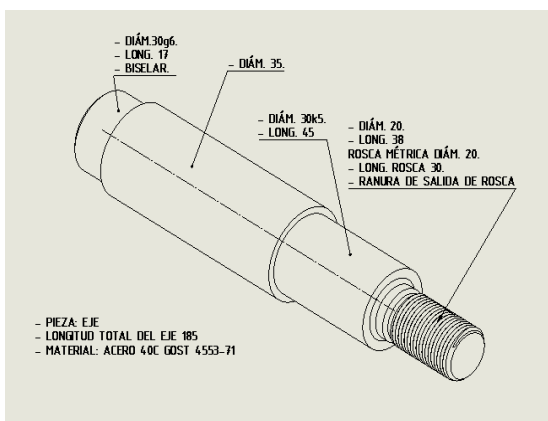
**Fig. 2:** Presentación visual en corte de la pieza 1 (rodillo).

Este enunciado se mantiene inalterable para cada variante incluida en el sistema de ejercicios. Sistema que se mantiene en constante crecimiento, toda vez que con el concurso de alumnos ayudantes y trabajos extraclases orientados se van incorporando nuevas variantes con la selección de los mejores trabajos, que a su vez estimula el

estudio de los estudiantes, al saberse posible colaborador de la propuesta de ejercicios que serían utilizados como práctica de los estudiantes que les suceden.

La solicitud del ejercicio no debe ofrecer representación alguna que permita la copia de vistas, y emplea por excelencia la proyección isométrica ortogonal tanto para los componentes como para la unidad ensamblada. Los elementos del mecanismo ensamblado se presentarán de la manera más objetiva posible -en sustitución del objeto real- con una imagen visual cercana a la ofrecida por una fotografía. En los casos de artículos con configuraciones internas, se mostrará el isométrico en corte (figuras 1 y 2).

Las dimensiones, también incluidas en la representación isométrica, evitan en la medida de lo posible, la copia de estas a los dibujos que deben elaborar los estudiantes, para lo cual se empleó la información descriptiva de la forma y dimensiones de determinadas partes de la pieza (figura 3). Los artículos normalizados se hacen acompañar con tablas de los parámetros normalizados y la representación visual del elemento (figura 4).



**Fig. 3:** Presentación en isométrico deldimensionado de la pieza 2 (eje).

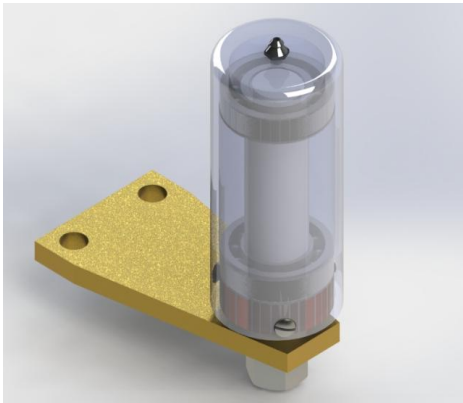


**Fig. 4:** Presentación visual con tabla parámetros de la pieza 6 (tornillo).

La solicitud da la opción al estudiante de poder observar en videos el funcionamiento de la unidad ensamblada así como del explosionado de la misma. En el primer caso se trabaja el giro de los componentes de la UE aplicando la transparencia para piezas que cubren a otras (rodillo de figura 5), lo cual permite la clara observación del movimiento general del mecanismo. El video muestra en un inicio el funcionamiento con rodillo transparente y paulatinamente pasa al estado de opaco, tal como aparece en la pantalla de presentación (figura 7). Por su parte en el explosionado se observa la separación por orden de despiece de cada uno de los componentes de la UE (figura 6) y a continuación la contracción de esta, es decir, el ensamble pieza por pieza hasta completarse toda la unión.

Se añade a estas ilustraciones la presentación del artículo en la aplicación del SolidWorks denominada e-Drawings. Esta herramienta permite la observación minuciosa del mecanismo mediante giros y posicionamientos desde siete puntos de vista: isométrica, frontal, izquierda, derecha, posterior, inferior y superior. Los giros y

pausas breves se realizan de manera suave con la opción de detenerse en la visualización de cada detalle. La posibilidad de simular movimientos unida a la obtención directa de las diferentes vistas para un plano técnico del elemento diseñado son, entre otras aplicaciones, las atracciones más motivacionales para los estudiantes.



**Fig. 5:** Presentación visual de la unidad ensamblada con rodillo transparente.



**Fig. 6:** Presentación visual explosionada de la unidad ensamblada.

UNIDAD ENSAMBLADA: RODILLO GUÍA LATERAL

CÓDIGO: TB-02-01-00

	<b>PIEZA 1</b> <b>RODILLO</b>		<b>PIEZA 6</b> <b>TORNILLO</b>
	<b>PIEZA 2</b> <b>EJE</b>		<b>PIEZA 7</b> <b>TUERCA</b>
	<b>PIEZA 3</b> <b>TAPA</b>		<b>PIEZA 8</b> <b>RODAMIENTO</b>
	<b>PIEZA 4</b> <b>PLANCHA</b>		<b>PIEZA 9</b> <b>COPILLA</b>
	<b>PIEZA 5</b> <b>ARANDELA</b>		

UNIDAD ENSAMBLADA

VIDEO UNIDAD ENSAMBLADA EN FUNCIONAMIENTO

VIDEO UNIDAD ENSAMBLADA EXPLOSIONADA

VIDEO UNIDAD ENSAMBLADA EN E-DRAWINGS

\* VISUALICE SU SELECCIÓN \*

**Fig. 7:** Presentación de la página principal del ejercicio con menú de selección para visualización.

- Los ejercicios se presentan utilizando como soporte las presentaciones electrónicas de Microsoft Office PowerPoint. Esta aplicación permite el uso del

hipervínculo que es la forma operacional de trabajo para obtener la información pertinente. El Menú se incorpora en la página principal que es a su vez la inicial. En ella aparecen la representación de la unidad ensamblada, su denominación y el código, la relación de cada uno de sus componentes incluyendo los artículos normalizados, sus nombres y la numeración correspondiente a cada elemento (figura 7).

TABLA DE VALORES	
NORMA CUBANA / NC 16-60: 81	
<b>SUPERFICIES ÁSPERAS:</b> MARCAS VISIBLES O PERCEPTIBLES AL TACTO.... TORNEADO, LIMADO, TALADRADO, ESCARIADO (BASTOS).	
<b>SUPERFICIES MENOS ÁSPERAS:</b> LAS MARCAS PUEDEN SER VISIBLES EN UN MENOR GRADO.... TORNEADO, LIMADO, TALADRADO, ESCARIADO (ALISADOS). ROSCADO MANUAL	
<b>SUPERFICIES FINAS:</b> SIN MARCAS PERCEPTIBLES AL TACTO. DIFÍCILES DE VER A SIMPLE VISTA.... TORNEADO, ESCARIADO, ESMERILADO Y TALADRADOS (FINOS).	ZONA 3
	0,4
	0,2
<b>SUPERFICIES SUPERFINAS:</b> LAS MARCAS NO SON VISIBLES A SIMPLE VISTA... RECIFICADO SUPERFINO, PULIMENTADO ESPECIAL	ZONA 4
	0,1
	0,05
	0,025
	0,012
<b>Rz (µm)</b> →	0,05 0,1 0,2 0,4 0,8
<b>EJEMPLO:</b>	$\Delta t = \Delta s - \Delta i$ PARA
	$\Delta t = (-0,025) - (-0,005)$

Fig. 8: Tabla para determinación de los valores de rugosidad Ra y Rz a partir de la acotación de tolerancia.

CÁLCULO DIGITALIZADO		
DESVIACIÓN SUPERIOR	$\Delta s$	-0.0450
DESVIACIÓN INFERIOR	$\Delta i$	-0.0840
TOLERANCIA	$\Delta t$	0.0390
<b>INTRODUZCA LOS VALORES DE LAS DESVIACIONES SUPERIOR E INFERIOR</b>		
RESPUESTA	RUGOSIDAD Ra	3.2
	RUGOSIDAD Rz	12.5

Fig. 9: Hoja para cálculo de los valores de rugosidad Ra y Rz introduciendo los datos de las desviaciones.

Al sistema de ejercicios se incorpora una tabla creada por los autores que, utilizando la Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel, permite determinar las rugosidades superficiales de áreas de la pieza que se ofrecen con los datos de la dimensión nominal, la zona de tolerancia y el grado de precisión. Esta tabla (figura 8), a diferencia de las existentes en la literatura cubana, brinda más posibilidades del uso alternativo de

la rugosidad media aritmética (Ra) como de la altura promedio de las rugosidades (Rz) para cada caso, de manera directa. Además se ofrece la posibilidad de obtener automáticamente los valores de las rugosidades ingresando los datos de las desviaciones superior e inferior de las tolerancias (figura 9).

### Aplicación del sistema de ejercicios.

Estos ejercicios son aplicados desde el curso 2015-2016 en las carreras de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Mecánica en la UDG mostrándose hasta el momento actual un significativo grado de satisfacción entre los expertos en la materia que trabajan con la disciplina, y evidenciándose resultados positivos en el desarrollo de las habilidades de representación e interpretación en los estudiantes.

Con el propósito de valorar la posible efectividad de la nueva propuesta, se seleccionó un grupo de expertos sobre la base de la labor profesional desarrollada por estos. Se utilizó la metodología de preferencia debido a la imposibilidad de réplica.

Algunos de los resultados de las estadísticas presentadas en la tabla se muestran en el siguiente gráfico 1.

**Tabla 1: Resultados de Opinión de Experto**

No.	INDICADORES	EXPERTOS						MEDIA POR INDICADOR
		A	B	C	D	E	F	
1	Aceptación de los estudiantes	3	4	5	3	4	5	<b>4,00</b>
2	Nivel de desarrollo de las habilidades respecto a los ejercicios tradicionales	4	4	4	4	4	4	<b>4,00</b>
3	Nivel de actualización del sistema de ejercicios	5	5	4	5	5	5	<b>4,83</b>
4	Estructura de los ejercicios	4	5	3	4	4	5	<b>4,17</b>
5	Capacidad de motivación al estudiante	4	4	4	3	4	5	<b>4,00</b>
6	Adecuación a los destinatarios	5	5	4	5	4	4	<b>4,50</b>
7	Fomento del autoaprendizaje	4	4	4	5	4	5	<b>4,33</b>
8	Estimulo a la creatividad del estudiante	4	4	4	5	4	4	<b>4,17</b>
9	Operatividad del medio soporte del sistema de ejercicios	5	5	3	5	4	5	<b>4,50</b>
<b>MEDIA POR EXPERTO</b>		<b>4,22</b>	<b>4,44</b>	<b>3,89</b>	<b>4,33</b>	<b>4,11</b>	<b>4,67</b>	

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>SIM.</b>
-------------------	-------------

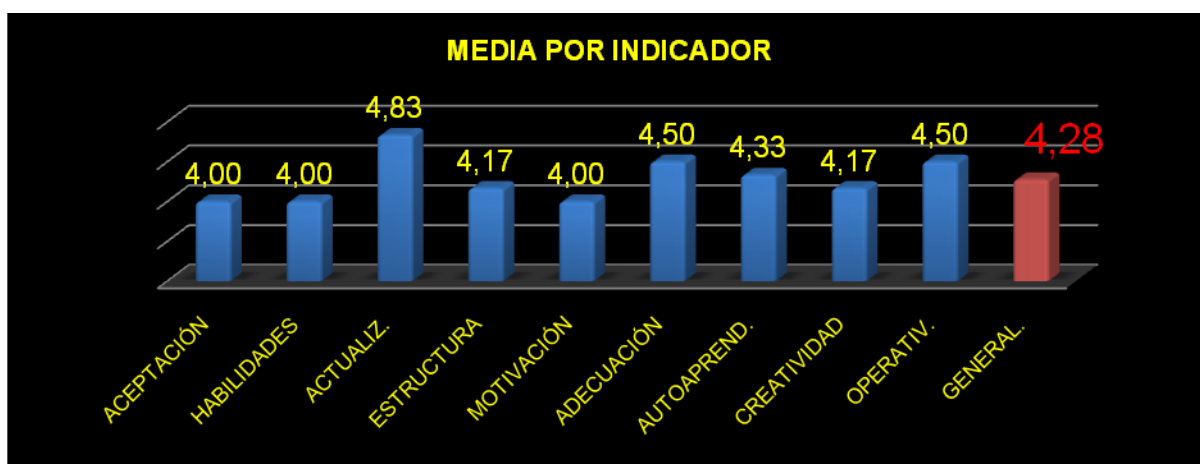
<b>MEDIA GENERAL</b>	<b>4,28</b>
----------------------	-------------



EXCELENTE	5
BIEN	4
REGULAR	3
DEFICIENTE	2
MAL	1
DESCARTADO	0

--	--

**Gráfico 1:** Media por indicador



El método de criterio de experto se aplicó a los 6 profesores previamente seleccionados. A estos se les ofreció el sistema de ejercicios propuestos, anexo a una guía de encuesta que incluye todos los indicadores pertinentes para realizar una valoración de la posible efectividad del programa propuesto. El experto debió otorgarle a cada aspecto una categoría según su punto de vista, cuya escala es: 5 (Excelente), 4 (Bien), 3 (Regular), 2 (Deficiente), 1 (Mal) y 0 (Descartado).

Las sugerencias y señalamientos realizados, así como los criterios emitidos por los expertos en intercambios personales establecidos con el investigador, permitieron realizar cambios, modificaciones, inclusiones y exclusiones de algunos aspectos relacionados con el sistema de ejercicios propuesto.

La consulta a expertos solicitando su valoración sobre el sistema de ejercicios propuestos arrojó los resultados presentados en la tabla 1, donde se utilizó la media como medida de tendencia central.

## CONCLUSIONES

El sistema de ejercicios digitalizados para el tema Planos de Ensamble de la asignatura Gráfica de Ingeniería, facilita el desarrollo de las clases y el estudio

independiente de los estudiantes, empleando la simulación de movimientos para la observación minuciosa del principio de funcionamiento de la unidad ensamblada, del acoplamiento de cada uno de los componentes, y eliminando todo vestigio de posible reproducción de los dibujos, lo cual garantiza una participación más activa en la adquisición de los conocimientos por los propios estudiantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albisua, J. (2004). Estrategias en la enseñanza del dibujo para diseñar con herramientas CAD. Málaga, España.

Dembinski, S.I. y Kuzmenko, V.I. (1983). Metodología de la Enseñanza del Dibujo Técnico en la Escuela Media. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Dibujo de conjunto o de ensamble: El Dibujo en Ingeniería. URL: [sitesgoogle.com/.../home/unidad-1/1-1-el dibujo en ingeniería](https://www.google.com/.../home/unidad-1/1-1-el-dibujo-en-ingenieria). Consultado 15 de junio 2014.

Estrada, R. (2010). Estrategia curricular para la formación y desarrollo de la cultura gráfica ingenieril del estudiante en la carrera de Mecanización Agropecuaria. Tesis de Doctorado en Ciencias Pedagógicas. Bayamo, Cuba: Universidad de Granma.

Gener Navarro, E. (2009). Temas de Informática Básica. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

González Castro, Vicente. Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza. — La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1986. - 244 p.

González, M. Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. CEPES. La Habana. - 2003.

Rivero Errico, Alfonso. El uso de las computadoras como medio de enseñanza: Curso 25. La Habana: Ed. IPLAC: UNESCO, 2005. --10 p.

Rodríguez, Orlando y otros, Manual de Prácticas de Dibujo Aplicado. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1986, -- 327p.

Representación de las características de función y posición entre elementos Unidad 6. Dibujo De Ensamble. 6.1 Representación Ensamble. Vistas necesarias. [es.scribd.com/doc/145975785](https://es.scribd.com/doc/145975785). En caché.

Velázquez Pérez, J.F. (2007). Diseño del programa de la disciplina Dibujo Técnico, sobre la base de competencias profesionales, para la carrera Licenciatura en Construcción de Maquinaria (Tesis de Maestría). Manzanillo, Cuba: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Blas Roca Calderío";