

## **REENGIENERÍA COMO METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA PARA LA FORMACIÓN DE HABILIDADES DEL INGENIERO MECÁNICO**

## **REENGINEERING AS A TEACHING METHODOLOGY FOR THE TRAINING OF MECHANICAL ENGINEER SKILLS**

AUTORAS: Ariana Rodríguez Suárez<sup>1</sup>

Odalys Tamara Azaharez Fernández<sup>2</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [aroguez@ismm.edu.cu](mailto:aroguez@ismm.edu.cu)

Fecha de recepción: 10-07-2017

Fecha de aceptación: 16-08-2017

### **RESUMEN**

El propósito de este trabajo es mostrar los beneficios de incluir la reingeniería como metodología de enseñanza en la formación de habilidades en los futuros ingenieros mecánicos desde la disciplina dibujo mecánico que se imparte en 2do año de la carrera Ingeniería Mecánica. Realizar propuesta de actividades donde pueda vincularse de forma sencilla la relación (dibujo mecánico vs reingeniería) y con un ejemplo mostrar cómo se podría implementar ésta en el currículo de algunos programas de ingeniería. Esta técnica puede ser aplicada a estudiantes de los primeros semestres, tal como se presenta, o a estudiantes de semestres superiores en los cuales el enfoque será diferente en razón del mayor conocimiento técnico que van alcanzando. Estas habilidades son fundamentales en los futuros profesionales, para el desarrollo eficaz en las empresas. En este trabajo se expone la reingeniería como una estrategia para la formación de habilidades en el aprendizaje para estudiantes de ingeniería.

**PALABRAS CLAVE:** Reingeniería; Dibujo Mecánico; estrategias de aprendizaje; habilidades; ingeniero mecánico.

### **ABSTRACT**

The purpose of this work is to show the benefits of including reengineering as teaching methodology in the training of skills in future mechanical engineers from the mechanical drawing discipline that is taught in the 2nd year of the Mechanical Engineering career. Make a proposal of activities where the relationship can be easily linked (mechanical drawing vs reengineering) and with an example show how it could be implemented in the curriculum of some engineering programs. This technique can be applied to first semester students, as presented, or to upper semester students in whom the approach will be different because of the greater technical knowledge they are reaching. These skills are fundamental in future professionals, for effective development in companies. In this paper, reengineering is presented as a strategy for the formation of learning abilities for engineering students.

---

<sup>1</sup> Máster en Ciencias Técnicas. Ingeniera Mecánica. Profesora Auxiliar. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín. Cuba

<sup>2</sup> Doctora en Ciencias Pedagógicas. Licenciada en Química. Profesora Titular. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín. Cuba

**KEYWORDS:** reengineering; mechanical drawing; teaching; strategies of learning; abilities; mechanical engineer.

## INTRODUCCIÓN

El avance impetuoso de la ciencia y la tecnología que tiene lugar en la actualidad, le impone nuevos retos a la Educación Superior en la preparación de los futuros profesionales, por tal motivo resulta necesario dotar a los estudiantes de procedimientos, habilidades y estrategias que estimulen y activen su proceso de aprendizaje y así apropiarse de los conocimientos necesarios para dar respuesta a problemas profesionales que se plantean en su esfera de actuación de forma efectiva y competente.

Por tanto se debe considerar el aprendizaje, por parte de los estudiantes, a partir de comprender la necesidad de su estudio y tener la disposición para enfrentarlo, movilizándolo sus recursos personales en función de un aprendizaje caracterizado por una búsqueda y un procesamiento consciente, activo y reflexivo de la información que les permita utilizarla en la solución de problemas, actuando sobre el objeto del conocimiento en condiciones de intercambio con otros sujetos, garantizará que se cumpla el objeto social de la profesión.

La práctica educativa aporta experiencias que por estar relacionadas siempre con lo cotidiano del quehacer de estudiantes y profesores, permite reflexionar sobre la multidireccionalidad de los ámbitos comprometidos en dicho proceso, de ahí que el sistema de conocimientos no tiene sentido sin la existencia de los mecanismos de su estructuración, conservación y aplicación; por eso en el desarrollo del aprendizaje aparecen las habilidades como expresión de la sistematización de procedimientos, estrategias, técnicas y métodos.

Es objetivo en este artículo exponer la reingeniería como una estrategia para la formación de habilidades en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería.

## DESARROLLO

Las habilidades constituyen estructuras del pensamiento, lógicas, motoras, que permiten asimilar, conservar, utilizar y exponer los conocimientos. Se estructuran en operaciones que constituyen su estructura técnica. Se forman y desarrollan a través de la ejercitación de las acciones y se convierten en modos de actuación que dan solución a tareas teóricas y prácticas. (Álvarez, 1997).

Son el modo de interacción del sujeto con los objetos, se dan en la actividad y la comunicación, constituyen el contenido de las acciones que el sujeto realiza con un objetivo, juegan un papel importante en la autorregulación del sujeto y en el conocimiento de sí mismo (Fuentes, 1999).

Las habilidades se adquieren en un proceso de apropiación de la estructura del objeto sobre el que recae la acción, de modo que en semejante proceso se desarrollan habilidades en el acto de aprender conocimientos y se aprenden conocimientos en el acto de desarrollar habilidades.

Las habilidades están determinadas por las relaciones del sujeto con el objeto y en función de los problemas que debe resolver, por tanto están asociadas al tipo de conocimiento, en relación a ello es importante caracterizar los rasgos fundamentales que se observan, precisar las condiciones en que ocurre, conocer como está hecho un objeto, establecer su esencia y el mecanismo de su desarrollo, utilizar ejemplos prácticos, que el estudiante pueda denominar, definir, interpretar, comparar, clasificar, medir (en caso de tratarse de una magnitud, precisando sus unidades).

La habilidad es el modo de interacción del sujeto con el objeto, es el contenido de las acciones que el sujeto realiza, integrada por un conjunto de operaciones, que tienen un objetivo y que se asimilan en el propio proceso.

De ahí la necesidad de sistematizar estas habilidades a lo largo del proceso de formación del profesional hasta convertirse en una habilidad con un grado de generalidad tal, que le permita aplicar los conocimientos, actuar y transformar su objeto de trabajo y, por lo tanto, resolver los problemas más generales y frecuentes que se presenten en sus diferentes esferas de actuación, es decir, los problemas profesionales. (Álvarez, 1999)

Son, por consiguiente, la esencia de la actuación del profesional y descansan sobre la base de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el sujeto y en el resto de las habilidades antes mencionadas.

Las habilidades profesionales, en especial, constituyen el contenido de aquellas acciones del sujeto orientadas a la transformación del objeto de la profesión (Fuentes, 1999).

Por todo lo anterior, el problema del dominio de las habilidades y de los conocimientos asociados a éstas supone la responsabilidad de concebir y ejecutar estratégicamente un proceso docente que en su dinámica garantice la apropiación eficiente de las mismas, al estimular y potenciar el desarrollo individual e integral del estudiante, para formar un profesional con la habilidades profesionales y específicas que les permita desenvolverse exitosamente en su esfera de actuación poniendo en práctica el saber, el hacer, ser y convivir como pilares fundamentales de la educación en el siglo XXI en un actuar más consecuente con los principios y valores que definen un profesional comprometido con su sociedad.

El ingeniero Mecánico es un profesional con conocimientos, habilidades y valores que le permiten poner al servicio de la humanidad el desarrollo de la ciencia y la tecnología con racionalidad económica, optimización del uso de los recursos humanos y materiales, preservando los principios éticos de la sociedad, minimizando el consumo irracional de recursos y el deterioro al medio ambiente, el objeto de la carrera está relacionado con las máquinas, equipos e instalaciones mecánicas, tanto en la industria como en los servicios, dentro de los campos de acción que deben ser objeto de dominio del profesional se encuentra entre las principales el diseño, la fabricación, la operación y el mantenimiento.

Su actividad profesional la desarrolla fundamentalmente en los procesos mecánicos en los centros de producción industrial y de servicio, los procesos de diseño y fabricación

de piezas, partes y máquinas, los procesos de transformación y uso de la energía, las máquinas automotrices y en las instituciones de educación y científicas.

Dentro de esta carrera la asignatura Dibujo mecánico juega un papel importante en la formación de hábitos y habilidades en el egresado para la interpretación, representación y solución de problemas gráficos de ingeniería, desarrollando las formas del pensamiento lógico y la imaginación espacial con el fin de que sean capaces de elaborar y posteriormente dirigir proyectos en el ejercicio de su profesión, en la resolución de problemas profesionales relacionados con la interpretación y representación de documentos gráficos aplicando los métodos y procedimientos de la gráfica y la ingeniería, siguiendo las normas vigentes, la interpretación y representación de unidades ensambladas, para lo cual deben a su vez desarrollar habilidades para representar planos de piezas y planos de ensambles.

Dentro de sus objetivos se encuentra dibujar e interpretar unidades ensambladas que como principales contenido se encuentran:

- Representación de perfiles y uniones soldadas.
- Representación de planos de ensamble.
- Dibujo de piezas de un plano de ensamble (despiece)

Entre las principales habilidades a formar están:

- Utilizar las normas estatales vigentes para la elaboración de planos.
- Interpretar planos de piezas y loa planos de unidades ensambladas.
- Representar planos de piezas y planos de ensambles.
- Identificar los tipos de perfiles laminados de acero.
- Manipular las principales prestaciones de un programa de diseño gráfico profesional en la representación de vistas de un producto.
- Procesar información.
- Utilizar la reingeniería

El empleo de métodos activos y estrategias de aprendizaje y de técnicas participativas pueden ser vías para cumplimentar lo que se pretende lograr. Se sugiere el empleo de modelos icónicos, analógicos y teóricos, así como una ejercitación y ejemplificación vinculadas al perfil profesional.

Para ello es importante además establecer estrategias de aprendizaje para la actuación estratégica en la actividad de enseñanza-aprendizaje caracterizada por la capacidad de tomar decisiones conscientes en la regulación de las condiciones que delimitan la actividad y de esa manera lograr el objetivo propuesto. (Monereo. C y otros, 1997).

Desde estas consideraciones es necesario conceptualizar algunos enfoques relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de estrategias entre las cuales existe una relación muy estrecha por cuanto enseñarlas implica entrenar al alumno para que decida de forma consciente las acciones que realizará, enseñarle a regular y a evaluar su actuación.

Así las estrategias de enseñanza se consideran “procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos” (Díaz-Barriga. F, 1999, p.70).

Las estrategias se consideran además como procedimientos que incluyen técnicas, operaciones o actividades que persiguen un propósito determinado”. (Castillo. J, 2008, p.7).

También se plantea como “proceso de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción”. (Monereo. C y otros, 199, p.23)

Constituye además un “procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas”. (Díaz Barriga. F, 1999, p.115).

Otros autores la definen como “conjunto de procesos, acciones y actividades que los aprendices pueden desplegar intencionalmente para apoyar y mejorar su aprendizaje”. (Castellanos D y otros, 2002, p.87).

Las conceptualizaciones aportadas por los autores anteriormente citados, coinciden en plantear que el alumno las utiliza para mejorar su aprendizaje y que dicha utilización está marcada por una actividad consciente.

El rol de los docentes debe estar encaminado al entrenamiento de los estudiantes en el conocimiento de sí mismos y de su propia ejecución, aportándoles las condiciones para que en todo momento puedan reflexionar sobre su actuación.

Todo lo anterior presupone que los docentes, en la planificación, la ejecución, el control y la evaluación que hacen del proceso de enseñanza- aprendizaje, tengan claridad meridiana de las acciones que ejecutarán sus alumnos y él, en cada momento, para alcanzar los objetivos propuestos, desarrollar las habilidades necesarias, lo que se traduce en el desarrollo de ellos.

De ahí que el empleo de métodos activos de enseñanza y de técnicas participativas pueden ser vías para cumplimentar lo que se pretende lograr, es por ello que en el trabajo se presenta los beneficios de incluir la ingeniería inversa como metodología de enseñanza en la formación de futuros ingenieros mecánicos desde la disciplina dibujo mecánico de la carrera Ingeniería Mecánica, lo cual contribuye a desarrollar habilidades que se adquieren al realizar reingeniería, que es entender de manera holística un producto de ingeniería, plantearse hipótesis y proponer nuevas mejoras sobre el diseño, construcción y operación del producto.

Esta técnica puede ser aplicada a estudiantes de los primeros semestres o a estudiantes de semestres superiores en los cuales el enfoque será diferente en razón del mayor conocimiento técnico que van alcanzando. Estas habilidades son fundamentales en los futuros profesionales, para el desarrollo eficaz en las empresas.

### *La reingeniería en el proceso de aprendizaje del ingeniero mecánico*

La reingeniería tiene muchos usos en Mecánica o procesos de fabricación, para el diseño de nuevos productos, modificación de diseños existentes, sustitución de partes desgastadas o rotas, documentación de diseños, desarrollo de información para proyectos de procesos tecnológicos.

La reingeniería es una metodología que sirve o se utiliza para obtener un modelo a partir de un objeto de referencia, para el caso de componentes mecánicos, tiene como objetivo no solo conocer el diseño con el cual dichos componentes fueron concebidos, si no que busca también tener información útil acerca de las funciones y de los procesos de fabricación o de manufactura.

De ahí la necesidad de desarrollar un proceso de aprendizaje en los estudiantes que les permita apropiarse de los conocimientos y habilidades que aporta el diseño mecánico para implementar la reingeniería, lo cual se constituye en una herramienta de aprendizaje en el proceso de diseño a implementar y poner en práctica para lograr un beneficio en la industria, el estudiante al ser dotado de las habilidades necesarias para realizar la reingeniería a un dispositivo.

La reingeniería realiza una disección por así decirlo, de elementos, dispositivos, maquinas, procesos o cualquier tecnología ya existente, para facilitar su proceso de producción, porque en el ejercicio se tendrá que ir documentando, analizando y desensamblando el equipo, pensando siempre en su funcionabilidad que es lo que le interesa al ingeniero al momento de aplicar esta metodología.

Por eso es importante que el estudiante posea los conocimientos y desarrolle habilidades a partir del uso de estrategias de aprendizajes que les permita luego como ingeniero en su campo de actuación resolver los disímiles problemas que se les presentan y donde la reingeniería puede constituirse en una vía de solución a estos problemas de la industria, a partir de evaluar aspectos críticos del producto, ya sea porque se quiere mejorar la calidad, reducir costos o modificar algún aspecto, o ya sea para entender su funcionalidad.

La metodología presentada está asociada a la experiencia adquirida con la realización de ejercicios de disección en las aulas prácticas de dibujo mecánico.

Teniendo en cuenta el término empleado de reingeniería (disección de productos) se plantea que es una metodología de rediseño. Esto significa que es un proceso de diseño que puede ser aplicado a un producto existente, a un prototipo o un concepto detallado.

La reingeniería involucra el proceso desarme y ensamble de un dispositivo, teniendo cuidado de documentar, evaluar, y reportar sobre el estudio de su función; como valor agregado de este proceso se desprenden las modificaciones o mejoras que se le hagan al dispositivo como resultado del ejercicio.

¿Por qué diseccionar objetos?

- Para recuperarlos

- Por curiosidad
- Para aprender a partir de éxitos y fallas reales de ingeniería.
- Para conocer como está hecho el objeto, de tal manera que se puede documentar el diseño y duplicarlo (reingeniería) o para mejorarlo (rediseño).
- Para desarrollar habilidades de razonamiento visual y aptitud mecánica básica.

*Metodología para la implementación de ejercicios de disección de productos en el aula de clase*

Ejemplo de disección de un reductor de velocidad.

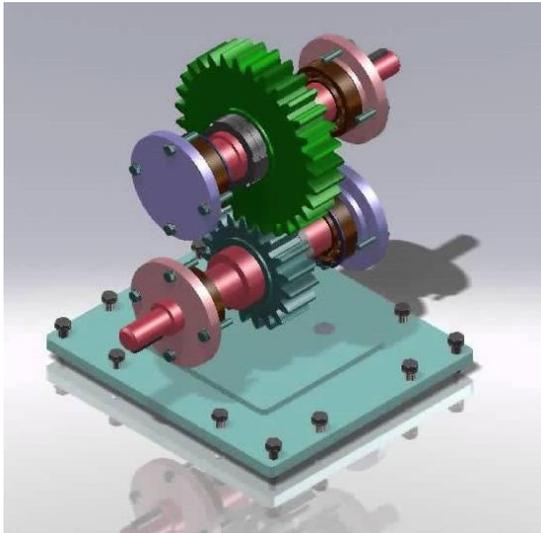


Fig.1. Reductor de velocidad. Fuente: Foto de Internet

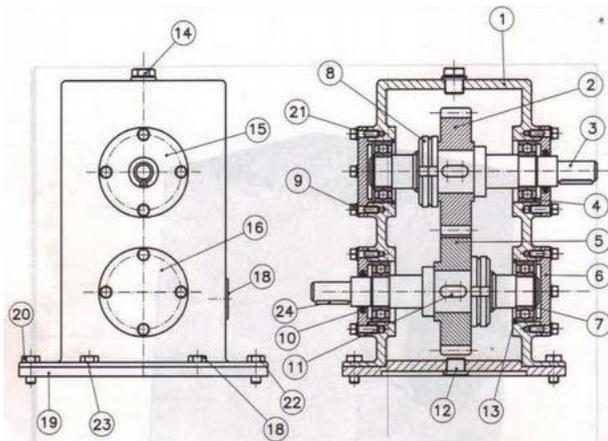


Fig. 2. Plano de ensamble Reduc de Velocidad. Fuente: Rodríguez Hernández, O (1999) "Manual de trabajos prácticos de Dibujo Aplicado" Editorial Pueblo y Educación. Cuba

### *Prerrequisitos*

Este ejercicio está proyectado para su realización por parte de estudiantes de primeros semestres de ingeniería mecánica y por todo aquel que sienta curiosidad y deseos de

explorar el diseño de un variador de velocidad. No son necesarios conocimientos avanzados de ingeniería.

### *Propósito*

El propósito del ejercicio es dar a los estudiantes una experiencia de “manos a la obra” con un ejemplo concreto que involucra los siguientes principios de ingeniería: Diseño para ensamble, representación de las piezas de un ensamble, acotado y numeración de las piezas de un ensamble, selección de material.

### *Introducción*

Este ejercicio involucra la disección de un reductor de velocidad.

La realización del ejercicio involucra el análisis del ensamble del objeto y el desensamble de las piezas que requieren la realización de plan de trabajo para su posterior fabricación. Al final del ejercicio se espera que los estudiantes interioricen algunos principios relacionados con la ingeniería de detalle en la representación de piezas, el diseño de ensamble y selección de materiales para la fabricación de piezas.

### *Logística*

La realización del ejercicio es 3 horas para ser completado y requiere de las siguientes herramientas:

- Juego de instrumentos para el diseño.
- Papel.
- Goma de borrar
- Tablas normalizadas para la selección de diferentes parámetros tales como: rugosidad superficial, tolerancias dimensionales, entre otros.
- Cuaderno de trabajo para la selección del ejercicio.
- Mesa de diseño

### *Procedimiento de disección*

El ejercicio de disección está planeado para ser realizado por equipos de 2 estudiantes.

Paso 1. Examine por completo el plano de ensamble de reductor de velocidad y determine la cantidad de piezas que debe hacerle la ingeniería de detalle.

Paso 2. Análisis de cada una de las piezas que se realiza la ingeniería de detalle.

Paso 3. Representación mediante croquis de cada una de las piezas seleccionadas.

- Realizar el acotado de cada pieza seleccionada.
- Selección de rugosidad superficial, tolerancias dimensionales, otros parámetros de interés para el diseño.

Paso 4. Selección del formato de trabajo para cada pieza seleccionada.

- Representación gráfica de cada pieza seleccionada.

- Aplicar las normas de diseño e indicar los requisitos técnicos necesarios
- Revisión general del diseño para su aprobación final.

#### Paso 5. Discusión grupal

Como fin de la actividad se propone para la próxima aula que el estudiante prepare un resumen de interpretación de la disección del variador de velocidad, describa la selección de piezas para diseñar y que proponga los cambios que mejorarían el diseño, tener en cuenta que estas mejoras pueden ser en los materiales, detalles de ingeniería gráfica, ensamble y disposición de los elementos, etc.

A través del ejemplo anterior se precisa que el profesor oriente dicha actividad a partir del empleo de estrategias de aprendizaje que les permita al estudiante desarrollar las habilidades necesarias para desarrollar la ingeniería inversa, para ello el profesor debe guiar la actividad desde la orientación, en la que se establecen conductas dirigidas a orientarse en relación con los objetivos, condiciones, y medios para su realización, propiciar comportamientos reflexivos- analíticos antes de iniciar la acción o pasar a la ejecución de las tareas.

Como otra acción se debe realizar la planificación, la misma implica análisis de los procesos necesarios para la resolución de las tareas, planteamiento de notas y subnotas y organización de las acciones y algoritmos tendientes al logro de los objetivos.

Luego se tiene en cuenta la supervisión y control, lo cual se refiere en general a la auto-observación de los procesos y actividades intelectuales durante el aprendizaje, incluye el seguimiento al proceso y las conductas tendientes a obtener información sobre el desarrollo de las tareas, así como detectar errores y modificar el curso de la solución cuando es necesario. Se incluyen en este aspecto las acciones de comprobación y corrección de las soluciones.

Es necesaria la consiguiente evaluación en la valoración de los resultados obtenidos de acuerdo a criterios adecuados y pertinentes.

Todo lo anterior permite afirmar que el trabajo constituye en el plano social un elemento de importancia, pues está diseñado para perfeccionar la metodología de enseñanza de la asignatura, mostrando la vía más adecuada para el desarrollo de la misma y de esta forma elevar la calidad científico-técnica de los estudiantes, de modo que puedan responder a las exigencias actuales y futuras, esta metodología provocará una mayor profundización y asimilación de los conocimientos, logrando preparar al egresado con mejor capacidad para poder enfrentarse a los problemas de la sociedad.

#### CONCLUSIONES

La disección de productos puede ser aplicada en la universidad en las carreras de pregrado para mejorar el proceso de la enseñanza del diseño de ingeniería ya que provee actividades prácticas para acoplar los principios de ingeniería con las actividades denominadas “aprender haciendo”, fomentando el desarrollo de la curiosidad y la formación de habilidades en los estudiantes de ingeniería.

La implementación de las prácticas de disección de planos de ensamble en las clases prácticas requiere de la formulación de los objetivos claros para cada práctica, el establecimiento de guías apropiadas, los materiales necesarios para desarrollar la actividad y, lo más importante, la existencia en los participantes de curiosidad y deseo de explorar los planos de ensamble.

Se precisan de estrategias de aprendizajes que contribuyan al desarrollo de habilidades que permitan desde la reingeniería involucrar el método desarme y ensamble de un dispositivo, en el cual se documentan, se evalúan y se reportan los resultados alcanzados en el proceso, surgen propuestas de modificaciones o mejoras al dispositivo y se promueve así el aprendizaje significativo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (1997). *Hacia un curriculum integral y contextualizado*. Ed. Academia. La Habana.
- Álvarez, I. (1999). *El proceso y sus movimientos: Modelo de la Dinámica del Proceso Docente Educativo en la Educación superior*. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas. CeeS "Manuel F. Gran" Universidad de Oriente.
- Castellanos, D y otros. (2002). *Perspectivas contemporáneas entorno al aprendizaje*, material de consulta de Maestría en Educación, 1999. p.87
- Castillo, J. (2008). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, <http://www.monografías.com>. p.7
- Díaz-Barriga, F. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, Mc Graw- Hill Interamericana Editores, México, 1999. p.70-115.
- Fuentes, H. (1999). *Dinámica del proceso docente educativo en la educación superior*. Monografía. CeeS "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente.
- Hande, W. He, N. Barakat, and M. Carroll. (2005). "Product dissection: An important tool for a first year introduction to engineering course project". ASEE North Central Section 2005 Conference, Ohio Northern University, Ada, OH, April 7-8.
- Lefever, and K. L. Wood. (1996). "Design for assembly techniques in reverse engineering and redesign", Proceedings of the ASME Design Engineering technical conferences and design theory methodology conference, August 18-22, Irvine, California.
- Monereo. C. y otros. (1997). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje, Formación del profesorado y aplicación en el aula*, Ed. Graó de Serveis Pedagógies, Barcelona.
- Moracen, O., Rodríguez, A., Silva, O. (2009). *Propuesta de perfeccionamiento curricular de la Disciplina Dibujo, para el Plan de Estudio D en la carrera de Ingeniería Mecánica*. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Sheppard and M. Regan. (1993). "Dissection of a power drill", Stanford University, Expanding your horizons.