

El desarrollo de la responsabilidad profesional en el estudiante de Ingeniería Mecánica

A. T. Molina Alvarez

Cátedra Pedagógica para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica.
Facultad de Ingeniería Mecánica.
Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”
Calle 114 s7n, CUJAE, Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.
E-mail: anatore@mecanica.ispjae.edu.cu

(Recibido el 3 de marzo de 1998, aceptado el 18 de mayo de 1999)

Resumen

El desarrollo de la responsabilidad profesional en el estudiante de Ingeniería Mecánica o de cualquier rama de las Ciencias Técnicas, constituye una necesidad impostergable, si se tiene en cuenta los nuevos retos que en el campo de la ciencia y la tecnología tiene que enfrentar este graduado.

En el trabajo se presenta una experiencia realizada en una asignatura básica específica de la carrera de Ingeniería Mecánica, la Mecánica Teórica I y II, donde, mediante el análisis de dos ejemplos concretos, el cálculo de armaduras y el análisis de mecanismos planos, se pretende mostrar cómo a través del proceso de enseñanza aprendizaje y de todo el sistema didáctico, es posible no solamente la formación de habilidades profesionales, sino también contribuir al desarrollo del valor responsabilidad y otros valores.

Palabras claves: responsabilidad, proceso de enseñanza - aprendizaje.

1. Introducción

La responsabilidad profesional constituye, en el ingeniero de hoy día, un requisito indispensable para su desempeño laboral y el desarrollo de la llamada “competencia profesional”.

Ello se deriva de los nuevos retos que en el campo de la ciencia y la tecnología, tiene que enfrentar este profesional en su rama. Otras cualidades como la capacidad de liderazgo, vienen de la mano con la responsabilidad, teniendo en cuenta que el ingeniero mecánico, generalmente debe fungir como cabeza de un grupo multidisciplinario, a fin de enfrentar cualquier tarea en la producción.

Todo ello conlleva a que estos valores tienen que ser desarrollados, durante toda la vida estudiantil y reforzados en la educación superior. Para esto, se hace necesario concebir determinadas estrategias curriculares que permitan, a través de la impartición de contenidos de las asignaturas, diseñar y aplicar tareas encaminadas a la contribución del desarrollo integral de la personalidad del joven.

Ana Ma. González Garza al respecto plantea que: “Facilitar el proceso de aprendizaje significativo y con éste el desarrollo integral, abarcando todas las dimensiones humanas, así como promover la afirmación de la vida en todas sus formas, ha de pretenderse como meta central de la educación. Para ello, una sana transmisión de los valores

que fomenta y promueva la clarificación de las mismas, es indispensable” [6]

La Universidad moderna como parte integrante del sistema educacional, no puede estar ajena a estos principios, ya que por su propio carácter y misiones, constituye uno de los principales eslabones de la cadena de preparación de un individuo “en la vida y no para la vida” [10] como tradicionalmente se definía la función de esa institución, ya que lo que antiguamente se consideraba una etapa terminal en la adquisición de conocimientos, hoy constituye un eslabón más en la formación permanente, requisito indispensable para el profesional de estos tiempos.

Como parte de la esfera moral, la responsabilidad profesional constituye uno de los requisitos que conforman el sistema de valores que debe formar parte de la personalidad del individuo que requiere la sociedad actual.

El asumir la actitud que corresponde por las decisiones y por la posibilidad de ser criticado a causa de ellas, es una dimensión de la responsabilidad, la cual ha sido definida, entre otras interpretaciones, como: “la capacidad de responder a las necesidades, a las perspectivas y a las exigencias sociales e individuales. Responder por lo hecho o por lo no-hecho, según el caso; y dar respuestas a los problemas apremiantes: Dimensión de la asunción subjetiva de los proyectos para darles concreción” [9]

Una definición más completa y que tiene en cuenta el sentido de *valor* de la responsabilidad, es la que brinda V.Ojalvo, que es asumida en este trabajo: "Es la tendencia de la personalidad a actuar en correspondencia con el sentido del deber ante sí mismo y la sociedad, como una necesidad interna, que es fuente de vivencias positivas y realiza independientemente de la obligación externa, a partir de la comprensión de su necesidad" [8]

"El carácter de orientadores y reguladores internos de los valores morales, hace que estos ocupen un lugar especial como integradores del sistema de valores a nivel social (aspecto objetivo) y en las escalas de valores subjetivos de cada individuo, formando parte del contenido movilizador de los restantes valores al estar presentes en la premisa, el fundamento y la finalidad de todo acto de conducta humana en cualquier esfera de la vida". [2]

La concepción pedagógica que sustenta el presente trabajo, contempla por su parte, la unidad entre lo instructivo y lo educativo, entre lo cognoscitivo y lo afectivo. Los postulados del Enfoque Histórico Cultural y la Teoría de la Actividad, sirven de base a la experiencia que se pretende mostrar y que puede ser generalizada a otras ramas de las Ciencias Técnicas.

Se trata de una experiencia realizada y enriquecida durante tres cursos académicos en una asignatura de la carrera de Ingeniería Mecánica, la Mecánica Teórica I y II, que se imparte en el segundo año de la especialidad.

A partir del sistema de valores concebido para el perfil del profesional de Ingeniería Mecánica, de las acciones previstas para el profesional desde el currículo y con una concepción de la Didáctica congruente con el diseño curricular, se han ido introduciendo transformaciones en la asignatura, que van desde la formulación de los objetivos hasta el proceso evaluativo, pasando por la estructuración de los contenidos y métodos de enseñanza.

Por otra parte, y mediante la aplicación de instrumentos de medición, se ha logrado emitir un juicio valorativo acerca del nivel de desarrollo de la responsabilidad en los grupos analizados, antes y después de la experiencia, a fin de poder establecer comparaciones entre el nivel de partida y el nivel de salida del estudiante en este aspecto.

2. Descripción de la experiencia

Esta experiencia comenzó a aplicarse en el curso 1996-97 en un grupo del segundo año de Ingeniería Mecánica en la asignatura Mecánica Teórica I y II.

La primera tarea a realizar en cada curso, fue el diagnóstico del nivel de partida del estudiante, no solamente en el aspecto cognoscitivo, es decir el sistema de conocimientos y habilidades necesarios para enfrentar la asignatura, sino también en aspectos relacionados con su personalidad.

Para ello, en cada caso, y utilizando técnicas de presentación individual, se confeccionó un banco de

necesidades, intereses y preferencias de cada uno de los integrantes del grupo. Además se les aplicó el Test de Dilemas Morales, confeccionado por el CEPES de la Universidad de la Habana, con vistas a diagnosticar el nivel de desarrollo al principio y al final de curso, del valor *responsabilidad*.

Se analizaron los tres componentes esenciales del valor: (1) Componente *cognoscitivo* (grado de conocimientos sobre el valor), (2) Componente *valorativo-motivacional*, que incluyó el estudio de los motivos que explican las actuaciones; grado de enfrentamiento crítico de los componentes que se oponen al valor analizado y grado de adecuación de la valoración de las situaciones presentadas del valor estudiado o a otros afines y (3) Componente *conductual* que comprende el estudio de la conducta verbal o la intención conductual y la conducta real de los estudiantes.

Otro aspecto psicológico analizado, de estrecha relación con los valores y su papel movilizador de la conducta, fue la *autocrítica y la tendencia al perfeccionamiento*.

Los resultados obtenidos en los tres instrumentos utilizados, se integran de la forma que a continuación se detalla, estableciendo tres niveles de desarrollo de la responsabilidad:

Alto: El valor *responsabilidad* adquiere sentido personal para el sujeto y actúa como motivo interno que regula su conducta. Predominan los valores altos en los indicadores estudiados. Los componentes de la responsabilidad se manifiestan de la siguiente forma:

- Componente cognoscitivo alto o medio
- Componente valorativo motivacional: valoración adecuada.
- Componente conductual: Intención conductual responsable y conducta responsable.
- Autocrítica: Autocrítica o medianamente autocrítica y tendencia al autoperfeccionamiento Alta o Media.

Medio: El valor *responsabilidad* no ha adquirido todavía sentido personal para el sujeto, no constituye aún necesidad interna aunque se aprecian avances en ese sentido, predominan los valores medios en los indicadores estudiados:

- Componente cognoscitivo alto o medio.
- Componente valorativo-motivacional: valoración intermedia o baja.
- Componente conductual: Intención conductual responsable o parcialmente responsable.
- Conducta: parcialmente responsable; Autocrítica: medianamente autocrítica o no crítico.
- Tendencias al autoperfeccionamiento: media o ausencia de manifestaciones de autoperfeccionamiento.

Bajo: El valor *responsabilidad* no tiene sentido personal para el sujeto, no actúa como necesidad interna que regule su conducta y no se aprecian avances en ese sentido. Predominan los valores bajos en los indicadores estudiados:

- Componente cognitivo: medio o bajo.
- Componente valorativo-motivacional: intermedio o bajo.
- Componente conductual: Intención conductual parcialmente responsable o irresponsable; Conducta: parcialmente responsable o irresponsable.
- Autocrítica: No autocrítico y tendencia al autoperfeccionamiento ausente.

Paralelamente, se realizó un rediseño de la asignatura, donde se tuvieron en cuenta las siguientes estrategias generales:

- Estructuración de los contenidos de la asignatura. Se redujo el número de temas bajo la concepción de núcleos temáticos, con sus correspondientes invariantes de contenido.
- Se reformularon los objetivos de las clases en forma de acciones concretas a desarrollar por el estudiante.
- Se brindaron Bases Orientadoras de la Acción Completas, Concretas, elaboradas o pre elaboradas y Completas, generalizadas e independientes, según el caso.
- Se eliminaron, casi de forma general, los ejercicios reproductivos, sustituyéndose por situaciones problemáticas semejantes a las profesionales.
- Se introdujeron métodos participativos, tanto en las clases como en el proceso evaluativo.
- Se realizaron tareas encaminadas al desarrollo de la responsabilidad.

Es bueno señalar que algunas de estas estrategias propenden no solamente al desarrollo de la *responsabilidad*, sino también a otros valores como son el *colectivismo*, la *honestidad* y la *solidaridad*, los cuales no se desarrollan de forma independiente, sino simultánea con otros valores.

3. Algunos ejemplos de aplicación de las estrategias

A continuación, se muestran dos ejemplos de aplicación de las estrategias en dos contenidos de la Mecánica Teórica I y II.

Ejemplo No.1- Armaduras coplanares en el Tema de Equilibrio Estático.

Objetivo reformulado: Calcular el módulo, dirección y sentido de las fuerzas que surgen en las barras de una armadura, mediante los Métodos de los Nudos y las Secciones.

Base Orientadora de la Acción.

- Concepto de Armadura. Rasgos esenciales del concepto de armadura.
- Condiciones de estabilidad de la armadura. Relación entre el número de barras y de nudos.
- Nudos bajo condiciones especiales de carga. Rasgos esenciales de estos nudos.
- Método de los Nudos. Campo de aplicación.
- Método de las Secciones. Campo de Aplicación.

Métodos Participativos:

- En la etapa motivacional: *Tormenta de ideas* con el objetivo de detectar ejemplos reales de armaduras: Grúas, estructuras, puentes, etc.
- En la etapa materializada y verbal: En esta etapa se trabaja con una representación del objeto real determinado por los integrantes del equipo. Trabajo por equipos en la construcción de armaduras isostáticas y estables, así como la determinación de sistema de apoyos. Cálculo de las fuerzas en una o dos barras. Exposición de los resultados en plenaria.
- En la etapa mental: Por equipos. Cálculo de las fuerzas que actúan en todas las barras de una armadura seleccionada por el equipo, utilizando el método más conveniente. Exposición en plenaria de los resultados.

Situación Problemática:

En la evaluación parcial, por equipos, cada uno de ellos debió resolver la siguiente situación problemática.

Construya una armadura isostática de 15 barras y tres nudos bajo condiciones especiales de carga como mínimo. Seleccione el sistema de cargas y de apoyos y calcule las fuerzas en tres barras de la armadura.

En esta situación cada equipo debió realizar la configuración de su armadura, seleccionar el sistema de cargas que cumpla con los requisitos para este tipo de estructura, es decir, las cargas sólo pueden aplicarse en los nudos, dimensionar las barras y seleccionar el sistema de apoyos. En todo caso, la estructura seleccionada, no puede “caerse” bajo la acción de las cargas aplicadas.

Las variantes obtenidas fueron muy diversas y cumplían con los requisitos planteados.

Ejemplo No.2. Mecanismos planos en el Tema Cinemática del sólido rígido.

Objetivo Reformulado: Calcular las velocidades y aceleraciones de los elementos que componen un mecanismo en Movimiento Plano.

Base Orientadora de la Acción:

- Tipos de movimientos del sólido rígido en el plano. Rasgos esenciales de cada tipo de movimiento.
- Procedimientos de cálculo de velocidades y aceleraciones para cada tipo de movimiento. En este caso se hace énfasis en el método vectorial analítico.

Métodos Participativos.

- En la etapa motivacional: *Tormenta de ideas* para detectar ejemplo reales de mecanismos planos: Motor de combustión interna, mecanismos de máquinas herramientas, etc.
- En la etapa materializada y verbal: *Trabajo en equipos o por parejas*. Cada equipo analiza una representación de un mecanismo diferente, donde deben identificar los movimientos de cada uno de los elementos. Discusión plenaria de cada ejemplo.
- En la etapa mental: *Trabajo en equipos*. Cálculo de velocidades y aceleraciones en representaciones de mecanismos reales. Si es posible, en mecanismos seleccionados por los propios estudiantes. Exposición en plenaria de los resultados.

Situación Problemática.

Tanto en la evaluación parcial como en la final, la situación problemática fue la siguiente:

Diseña un mecanismo plano (se da el tipo de mecanismo) y determina las velocidades y aceleraciones de todos sus elementos.

Obsérvese que se habla de *diseñar*, que al igual que *construir*, es una de las acciones fundamentales que realizará el ingeniero mecánico según el modelo o perfil del profesional. Al nivel de los estudiantes de segundo año, la acción de *diseñar*, conlleva el dimensionamiento de los elementos, la selección del motor y la selección de la posición que se analizará, así como el cálculo de las velocidades y aceleraciones de todos los elementos que constituye la *acción fundamental a formar*.

El requisito indispensable es que el mecanismo “funcione” o “se mueva” y no se “tranque o bloquee”. Esta condición es primordial para el cálculo.

En este caso se observó un nivel mayor de independencia y creatividad por parte de los estudiantes; mayor familiarización con las técnicas participativas; un mejor desempeño en la exposición oral y un nivel superior de desarrollo de la personalidad en general.

Las soluciones aportadas fueron de calidad y enriquecidas con la utilización de otros métodos de cálculo no recibidos por ellos en la etapa de orientación. Ejemplo de esto es la aplicación del método gráfico, el cual no se les imparte en

clase, pero es totalmente válido para la ejecución de la acción a formar.

4. Otras tareas para el desarrollo de la responsabilidad

Entre las tareas asignadas para el desarrollo de la responsabilidad, estuvieron las siguientes:

- Preparación de una temática determinada en colectivo para su posterior exposición en plenaria.
- Trabajos referativos acerca de algún aspecto relacionado con la materia.
- Participación de los estudiantes en tribunales para evaluar el trabajo de otros compañeros.
- Utilización de la autoevaluación, tanto en actividades evaluativas como en las clases.
- Utilización de problemas con varias soluciones y selección de alternativas.

5. Análisis de los resultados obtenidos

En este caso particular, se aprecia el desarrollo del valor responsabilidad en las siguientes situaciones:

- Construcción colectiva de un problema semejante a uno profesional, al nivel en que aún se encuentran.
- Responder ante el plenario por la actividad del equipo.
- Emisión de juicio valorativo acerca del trabajo de otros compañeros.

El hecho de tener como actividad central, la construcción de su propio problema en colectivo, donde intervienen todos los integrantes del equipo con sus criterios y opiniones, simula una situación profesional, cuando en grupo, se elaboran las soluciones a una problemática determinada.

Aquí se observa, que no solamente se puede desarrollar el valor responsabilidad, sino también el colectivismo, la solidaridad y la honestidad. Este último, gracias al control colectivo que ejercen sus integrantes entre sí, para que no exista un compañero que, sin aportar nada, sea partícipe de los resultados del equipo.

La aplicación de la técnica de autoevaluación, orientada y guiada por el profesor, sobre la base de indicadores específicos, contribuyó a desarrollar la responsabilidad, teniendo en cuenta las posibilidades que de hecho esta técnica brinda.

De la autoevaluación ha dicho Castro Pimienta que: “Como mecanismo de la autoeducación, la autoevaluación permite valorar el desarrollo de esta, lo que se evidencia en la posibilidad que adquiere el estudiante de comparar su conducta con los objetivos a alcanzar y es capaz de elaborar lineamientos para su autoperfeccionamiento”. [1]

Acerca de este aspecto cabe ratificar lo planteado por el educador mexicano Salvador Moreno cuando manifestó que “la evaluación individual que hace el estudiante sobre su comportamiento es la más importante porque promueve la independencia, la responsabilidad y la creatividad” [7]

Y es precisamente la tendencia al autoperfeccionamiento, uno de los indicadores cualitativos del nivel de desarrollo de la responsabilidad.

Otra cualidad que se desarrolla mediante la experiencia realizada, es la *independencia* del estudiante, que permite que éste sea capaz de tomar una decisión y defenderla. La responsabilidad está presente cuando el estudiante, además, es capaz de responder por lo que ha hecho, por lo que ha concebido.

Los resultados fueron alentadores. El nivel de responsabilidad en el grupo analizado, al finalizar el curso, aumentó según demuestran los instrumentos aplicados que incluyeron la observación individual del profesor.

Como se pudo comprobar, en ambos cursos académicos, los resultados de partida fueron superados, de lo cual se infiere un aumento en el nivel de desarrollo de la responsabilidad en los grupos analizados.

Es indiscutible la incidencia en ello de otros factores tales como: La cohesión de los factores del año, dirigentes y profesores, en los lineamientos de trabajo educativo; disposición de los estudiantes a alcanzar estos resultados, lo cual indica una tendencia hacia el autoperfeccionamiento y la posibilidad de ejercer tanto la crítica como la autocrítica, como vía para el desarrollo de la responsabilidad.

6. Propuesta de vías para el desarrollo de la responsabilidad en los estudiantes de Ingeniería

Los caminos seguidos para llegar a resultados concretos en la formación integral del estudiante, en especial el desarrollo del valor responsabilidad, pueden ser mejorados, no obstante puede proponerse algunas vías para el logro de este propósito.

- Sistematizar la preparación pedagógica del claustro de profesores, sobre la base de un enfoque científico del proceso de enseñanza aprendizaje, técnicas de comunicación educativa y aspectos relacionados con la psicología del joven.
- El trabajo de desarrollo de valores, entre ellos la responsabilidad, debe ser una labor conjunta, en la que estén involucrados, tanto los estudiantes como los profesores.
- Practicar cada curso, un diagnóstico del nivel de partida del estudiante, no sólo en el aspecto cognoscitivo, sino también en la esfera afectiva.

- Definir claramente en cada una de las ramas técnicas, el modelo de valores que se desea alcanzar, como parte del modelo o perfil del profesional.
- Desarrollar estrategias curriculares que propendan al desarrollo de los valores, en especial, la responsabilidad profesional.

7. Conclusiones

En el presente trabajo, se ha tratado de mostrar, mediante una experiencia concreta, la viabilidad de la contribución a la formación de valores a través del propio proceso docente educativo, aspecto que hasta hace muy poco, se contemplaba solamente desde la óptica extracurricular.

Existen ramas o especialidades del saber humano, donde es factible por la vía de la impartición de determinados contenidos, esta formación integral de la personalidad. Sin embargo, en las ramas técnicas, este aspecto no quedaba muy claro.

La propia formación eminentemente técnica del personal docente que trabaja en estas ramas, limitaba considerablemente la posibilidad de profundizar en vías posibles para el desarrollo de la personalidad del joven universitario. El enfoque tradicionalista del proceso de enseñanza aprendizaje, donde la enseñanza está centrada en el profesor y donde lo instructivo se separa artificialmente de lo educativo, contribuyen, sin dudas, a que no se tengan en cuenta, en primer lugar, las diferencias individuales de los educandos y, por otra parte, a ignorar las concepciones contemporáneas del proceso, que tienen una base científica y que están encaminadas a una formación integral del ser humano.

N. Chacón, resume esta idea de la siguiente forma: “El reto que presupone para el magisterio y la escuela cubana, el logro de la formación de las nuevas generaciones en estos ideales sociales, está en la elevación de la PROFESIONALIDAD, comprendiendo la necesidad de profundizar en los métodos y acciones que contribuyan a formar valores” [2]

Otro aspecto que contribuía negativamente a la formación integral, está dada por el divorcio existente entre el Plan de Estudio y la implementación de un sistema didáctico acorde con los objetivos que se desean formar en el modelo o perfil del profesional, cuando, la realidad ha demostrado que, tanto el currículum como el enfoque pedagógico adoptado, deben funcionar como un sistema fluido y coherente, donde cada elemento del proceso constituya una pieza indispensable e insustituible dentro del mismo.

Un aspecto muy importante y que no puede perderse de vista en esta experiencia, es el factor humano. En ello tienen tanta importancia el profesor como orientador, facilitador y guía del proceso, como el estudiante. Estos factores se influyen recíprocamente, cambiando la concepción tradicional del profesor. Éste debe estar dispuesto también a aprender de sus estudiantes.

Durante la realización de la experiencia, se pudo apreciar, que en algunas ocasiones, las cosas no salían como se pensaba y que en otras, se superaban las expectativas. Todo ello, hace pensar en la importancia de aprender de los errores, también como una vía para el autoperfeccionamiento de la docencia.

Aunque no es objetivo central de este trabajo el análisis de los resultados docentes, debe señalarse que, en comparación con otros grupos que no participaron en la experiencia, tanto la promoción como la calidad estuvieron por encima y que la apreciación de los docentes que reciben a estos estudiantes, es la de que poseen un buen nivel de desarrollo de habilidades cognitivas.

Bibliografía

1. Castro Pimienta Orestes, "Evaluación en la Escuela Actual: ¿Reduccionismo o Desarrollo?", Conferencia, ISPJAE, 1998.
2. Chacón Arteaga Nancy, "La formación de valores morales: Propuesta Metodológica y Experiencias aplicadas", Curso Pre Evento PEDAGOGÍA'99. La Habana, 1999.
3. Colectivo de Autores, "Particularidades del joven universitario en el contexto institucional", CEPES, Universidad de la Habana, 1994.
4. Colectivo de Autores, "Didáctica Universitaria", CEPES, Universidad de la Habana, 1995.
5. Colectivo de Autores, "Métodos de Enseñanza", CEPES, Universidad de la Habana, 1996.
6. González Garza Ana M., "Valores, conciencia y educación", Revista DIDAC #13, UAM, México, 1988.
7. Moreno Salvador, "La educación centrada en la persona", Editorial El Manual Moderno, México, 1979.
8. Ojalvo Mitrany Victoria y otros, "Concepción de la enseñanza aprendizaje y la organización docente para la formación de valores en el estudiante universitario". Inédito, CEPES, Universidad de la Habana, 1997.
9. Roy Ramírez Edgar, "La responsabilidad ética en la ciencia y la tecnología", Editorial Tecnológica, Costa Rica, 1987.
10. Tünnermann Berheim Carlos, "La educación superior en el umbral del siglo XXI", Ediciones CRESALC, UNESCO, Caracas, 1996.
11. Documentos del Plan de Estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica. MES, Cuba, 1989.

The development of the professional responsibility in the student of Mechanical Engineering

Abstract

The development of the professional responsibility in the student of Mechanical Engineering or of any speciality of the Technical Sciences, it constitutes an inevitable necessity, if one keeps in mind the new challenges that in the field of the science and the technology has to face this graduate one.

In this work an experience is presented, carried out in a specific basic subject of the career of Mechanical Engineering, the Theoretical Mechanics I and II, where, by means of the analysis of two concrete examples, the calculation of armors and the analysis of plane mechanisms, it is sought to show how through the process of teaching learning and of the whole didactic system, it is possible not only the formation of professional abilities, but also to contribute to the development of the value responsibility and other values

Key words: responsibility, learning process.