

La tarea docente en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica: Una concepción formativa.

A. T. Molina Álvarez.

Cátedra Pedagógica para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica.
Facultad de Ingeniería Mecánica.
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
Calle 114 s/n, CUJAE, Marianao 15, Ciudad de la Habana, Cuba.
E-mail: anatere@mecanica.cujae.edu.cu

(Recibido el 15 de Enero del 2003, aceptado el 10 de Junio del 2003)

Resumen.

El presente trabajo plantea una nueva concepción de tarea docente para la formación del ingeniero mecánico, cuyas premisas teóricas están sustentadas en el Enfoque Histórico Cultural y la Teoría de la Actividad. Para ello se parte de los requerimientos del perfil del profesional, de sus acciones más generales y de los requisitos para constatar la presencia del valor responsabilidad profesional en el egresado de estas especialidades. La tarea docente así concebida posee, en contraposición a la tradicional, potencialidades para contribuir a la formación en el estudiante del valor antes señalado y de otros valores profesionales. En un contexto, semejante al profesional, el estudiante ejecutará acciones relacionadas con: el desarrollo del pensamiento teórico, la construcción de problemas, la detección de errores y vías para su solución, la selección de alternativas y la emisión de juicios de carácter ético. Todo ello vinculado a la asignatura de que se trate. En este caso se refiere al curso de Mecánica Teórica, aunque estos criterios pueden ser generalizados a otras asignaturas y disciplinas de la carrera.

Palabras claves: Tarea docente, responsabilidad profesional, enseñanza de ingeniería.

1. Introducción.

Se ha constituido en una tradición en la enseñanza de las Ciencias Técnicas en general, y en la Ingeniería Mecánica en particular, el concepto de "tarea docente" como un cúmulo de ejercicios extraídos de los textos de las asignaturas o concebidos por los profesores, que el estudiante debe resolver fuera del horario de clases, de forma independiente o colectiva y cuyo valor radica en servir como un elemento más para sustentar el llamado "criterio" del profesor a la hora de emitir una evaluación, o mejor, una calificación representativa del rendimiento del alumno en un período de tiempo determinado.

La "tarea docente", en ocasiones denominada "ejercicio extraclases," no va más allá de lo simplemente reproductivo: El estudiante, mediante una secuencia de pasos preestablecidos y un conjunto de ecuaciones y fórmulas, arriba a una respuesta única, que se constituye en la meta fundamental a alcanzar. No hay problema resuelto sin una respuesta y ello conduce al estudiante, en muchas ocasiones a buscar métodos, no muy aceptables por cierto, de conseguirlas a toda costa, lo cual anula por completo cualquier potencialidad de contribuir a la formación integral del futuro profesional.

Si se analizan los requerimientos del profesional de las Ciencias Técnicas de estos tiempos, sustentados en el vertiginoso desarrollo de la ciencia y la tecnología, se pueden apreciar aspectos que se contraponen a los métodos tradicionales de enseñanza y en particular, lo relacionado con el trabajo del estudiante, con lo que se demanda de él, con las vías posibles para motivarlo y acercarlo lo más posible a situaciones y contextos vinculados a su desempeño profesional. Dentro de estos requerimientos se encuentra la responsabilidad profesional, como valor relevante dentro de las llamadas competencias profesionales del ingeniero mecánico y que la enseñanza de carácter tradicional, en particular la "tarea docente" no contribuye a desarrollar, al igual que otras características que definen al profesional de estos tiempos.

Es por ello que, aunque existen muchos aspectos dentro de la enseñanza de la ingeniería mecánica cuyo análisis es necesario abordar, el presente trabajo está encaminado a reflexionar alrededor de las posibilidades formativas que pueden derivarse de una tarea docente concebida sobre la base de un enfoque científico del proceso de enseñanza aprendizaje: El Enfoque Histórico Cultural y la Teoría de la Actividad y arribar, por esta vía a propuestas más apropiadas para los requerimientos

actuales de formación universitaria, en condiciones lo más cercanas posibles al desempeño profesional del futuro ingeniero mecánico.

Las propuestas que se presentarán se corresponden con una experiencia llevada a cabo por la autora en la asignatura Mecánica Teórica que se imparte en el segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica y constituyen una parte de los resultados alcanzados durante su trabajo de doctorado.

2. El Enfoque Histórico Cultural, sustrato teórico para una propuesta.

Los principios del Enfoque Histórico Cultural (EHC), al considerar que el desarrollo se produce en toda la personalidad y no solamente abarca la esfera cognoscitiva, se expresan en los nuevos requerimientos pedagógicos y pueden servir de base teórico-metodológica a las concepciones didácticas que se deriven de un necesario proceso de perfeccionamiento de las asignaturas y disciplinas de la carrera de Ingeniería Mecánica.

En este enfoque, aprendizaje y desarrollo están íntimamente relacionados. El aprendizaje determina el nivel de desarrollo y este no permanece estático, sino que evoluciona de acuerdo a las potencialidades del estudiante. El desarrollo abarca a toda la personalidad y esta se moviliza de manera integrada hacia nuevos aprendizajes, de ahí la importancia de los recursos pedagógicos que los promueven, ya que constituyen los motores impulsores del desarrollo. A estos recursos que se integran a un sistema de principios de carácter teórico y de fundamentos metodológicos que rigen el proceso de enseñanza aprendizaje, sustentados en una determinada tendencia pedagógica, es lo que esta autora define como *Concepción Didáctica* [15].

La consideración de que el estudiante es un sujeto que posee potencialidades para el desarrollo y que a este se puede arribar mediante la actividad conjunta, en interacción con los demás, constituye uno de los principios fundamentales de dicho enfoque. Al seleccionar el EHC como sustrato teórico se considera que el estudiante deberá desarrollarse de manera integral, no solamente en la actividad cognoscitiva, "... que abarca su pensamiento, capacidades y habilidades, sino también para los distintos aspectos de su personalidad" [4].

El principio de la unidad entre lo cognoscitivo y lo afectivo se manifiesta en la utilización al máximo de las posibilidades educativas que brinda cualquier situación de instrucción, que "... al ser concebida íntimamente vinculada con la vida de la sociedad y de la profesión, en el contexto sociohistórico en que vive el estudiante, ha de encerrar necesariamente facetas que pueden ser analizadas y valoradas con una perspectiva axiológica

ante la cual se puede adoptar determinada actitud" [4]. Este principio, en la concepción didáctica de la asignatura Mecánica Teórica, cobra vida en la forma que se trabaja con cada uno de sus componentes, especialmente diseñados en este caso para la contribución a la educación y desarrollo de la responsabilidad profesional, en particular la tarea docente.

En consecuencia con el principio de la unidad entre lo cognoscitivo y lo afectivo, en esta concepción está involucrado el aprendizaje, no sólo como adquisición o asimilación de los conocimientos, sino también como crecimiento del ser humano, al desarrollar cualidades de la personalidad junto con su desarrollo cognoscitivo, lo cual se manifiesta en la solución conjunta de tareas elaboradas por los propios estudiantes y en las que se propician situaciones profesionales en las que deberán emitir juicios éticos.

El principio del carácter científico del proceso de enseñanza, al que se le presta atención en el EHC, se contraponen al carácter reproductivo del conocimiento que se manifiesta fundamentalmente en el tratamiento que se le da actualmente a la tarea, y al resto de los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje. Con la formación en la personalidad del estudiante "...de una concepción y una actitud científica hacia los fenómenos de la realidad natural y social" [4] se materializa en dicho proceso la posibilidad de contribuir al desarrollo del pensamiento científico.

Un principio que se considera relevante, tanto por su aporte en el orden teórico como metodológico, es el principio de la enseñanza que desarrolla y, dentro de él, el concepto de Zona de Desarrollo Próximo, en el cual L.S. Vigotsky consideró las potencialidades de desarrollo y su adquisición en unión con los demás, condiscípulos o el profesor. En el nivel superior, según él, el estudiante es capaz de trabajar de forma independiente prescindiendo de la ayuda ajena [4, 23].

En la concepción didáctica, y en particular en la tarea docente, se refleja el principio del carácter consciente cuando en el proceso de enseñanza aprendizaje, a través de la actividad conjunta, se revelan los rasgos esenciales de un concepto, su interrelación con los ya aprendidos y su aplicación en el ámbito de la profesión. Acerca de esto último comenta Leontiev: "*lo decisivo es el lugar que en la vida del individuo ocupe el conocimiento, si constituye éste para él, una parte de su vida real o solamente una condición externa, impuesta desde afuera*" [12].

Las anteriores consideraciones, desde el punto de vista de la Didáctica, tienen una influencia en el orden metodológico en cada uno de los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje. La Teoría de la Actividad formulada por A.N. Leontiev, completa de cierta forma lo señalado por L.S. Vigotsky, ya que plantea que es precisamente en la actividad creadora y

transformadora donde en interacción se alcanza determinado nivel de desarrollo del estudiante.

El principio de carácter objetual se manifiesta en la coincidencia de la acción a ejecutar por el estudiante en la realización de una tarea con el objetivo de ella, *"para revelar el contenido del concepto a formar"* [4]. Según Leontiev: *"Un contenido realmente concientizado es solamente aquel que se manifiesta ante el sujeto como objeto hacia el cual está realmente dirigida la acción"* [12]. Uno de los problemas que afrontan los programas tradicionales es la *"desvinculación de las tareas docentes de las profesionales"* [3] en su impartición.

Para la educación en valores, el EHC se fundamenta en los mismos principios psicológicos del desarrollo de la personalidad ya señalados anteriormente, pero además aporta elementos que trascienden los fundamentos de otros paradigmas ya que: *"...para el Enfoque Histórico Cultural, el ser humano es el resultado de la unidad dialéctica de los factores internos y externos del desarrollo en el proceso de la actividad, lo que implica que la personalidad, como la forma más compleja de expresión del ser humano, se forma y se desarrolla en el proceso de la actividad"* [7].

Asimismo, el EHC reconoce el carácter activo del sujeto protagonista de su propia formación, debido a *"... la formación de particularidades psicológicas complejas que posibilitan la autorregulación de la actuación"* [7] a partir de la combinación de las condiciones internas y externas del desarrollo.

No se niega, en este enfoque, el papel del profesor cuya función es la de *"... diseñar situaciones de aprendizaje que planteen retos al estudiante para que en el proceso de solución de las tareas de aprendizaje, en condiciones de interacción social, puedan formar y desarrollar las potencialidades que le permitan alcanzar la condición de sujetos de actuación"* [7]. Ello reafirma la importancia de la intención educativa dirigida hacia la formación de valores dentro del propio proceso de enseñanza aprendizaje, materializada esta en la organización de la vida académica, en el sistema de influencias específicas y a las actividades encaminadas a ese fin.

Algunos autores que no representan el EHC, coinciden con ello. Es interesante el planteamiento de A. Bolívar al respecto: *"Hoy una educación en valores no tiene que ser, como tradicionalmente se ha entendido una práctica inculcadora de valores, sino... potenciar el desarrollo de principios y modos de actuar propios y justificados"* [2]. Y con relación a la educación en valores desde lo académico, cabe señalar lo expresado por L. Stenhouse: *"Son las cualidades, valores y principios intrínsecos al propio proceso educativo puestos de manifiesto en la misma forma de llevar la acción y no los resultados extrínsecos que se consiguen, los que hacen "educativa" una actividad"* [25].

3. Los valores profesionales en la competencia profesional de los ingenieros mecánicos.

Hoy en día la actividad propia del ingeniero, como ente social, se proyecta más hacia la innovación tecnológica que hacia la reproducción de conocimientos de carácter utilitario. Este nuevo tipo de actividad además de conllevar *"...en principio a la creación o adaptación de los nuevos conocimientos y su aplicación al proceso productivo con repercusión y aceptación en el mercado"* [13], implica, según Sutz: *"...relaciones de cooperación y no autoritarias, interacción fluida entre actores muy diversos, reconocimiento de saberes diferentes encarnados por mucha gente, actitudes proclives a imaginar desde puntos de vista nuevos..."* [26].

Se produce entonces una marcada diferenciación entre la invención y la innovación. La primera, según López Cerezo y Valenti, constituyó una *"expresión individual de la creatividad"* [13], base fundamental de la Ira Revolución Industrial; mientras que la segunda se constituye como un proceso colectivo de la creatividad que provoca que el profesional de ingeniería deje de ser un ente aislado, aferrado a sus propias ideas y concepciones, para convertirse en un activo protagonista del desarrollo social, a través de la interacción con otros sujetos que incluyen a aquellos de perfiles profesionales diferentes. Dentro de estas relaciones aparecen los procesos permanentes de aprendizaje sustentados por el marco teórico y conceptual que constituyen parte fundamental de su formación académica.

No solamente se requiere de determinados conocimientos y habilidades. Este profesional *"tiene que saber conducirlas desde y para la sociedad, lo que se expresa en saber trabajar en grupo, interpretar social y económicamente las necesidades y demandas, dirigir procesos a través de la participación, el diálogo y la comunicación, en busca de información valiosa para la competitividad"* [1].

Otros autores como M. Kranzberg y C. Pursell apuntan, además, que: *"...como parte de nuestra cultura, (la tecnología) tiene influencia en nuestra manera de comportarnos y de crecer, Así como los hombres han tenido siempre alguna forma de tecnología, también esa tecnología ha influido en la naturaleza y la dirección del desarrollo del hombre"* [11]. Las relaciones que establece el hombre con la tecnología constituyen presupuestos de orden metodológico que definen los campos de acción del ingeniero dentro de su desempeño laboral y, por ende, las vías a seguir en la formación de este profesional.

Por la importancia que posee dentro de la presente propuesta, la autora considera conveniente definir lo que entiende por Desempeño Profesional: *"Es el conjunto de actividades intelectuales, habilidades prácticas, valores*

profesionales y actitudes, que sustentados por una cultura y disciplina propias de la profesión, conforman un comportamiento integrado hacia la labor específica que desarrolla el profesional, en interacción con otros sujetos en un contexto específico." [15].

El desempeño es la manifestación de la competencia (o de la incompetencia) en el plano práctico, externo. Es por ello que en la presente propuesta se toma como escenario para la materialización de la concepción didáctica y, dentro de ella, de la tarea docente, a través de actividades semejantes al desempeño que propendan al desarrollo de la responsabilidad profesional, como parte de la competencia profesional. Esta suposición, desde el punto de vista metodológico, conlleva una nueva concepción del proceso de enseñanza aprendizaje y, dentro de él, el de la ejecución de la tarea docente, ya que ambos transcurrirían en un ambiente o contexto lo más cercano posible al que enfrentará el estudiante una vez graduado. Ello representa un rompimiento con los esquemas tradicionales de formación y constituye un requisito fundamental para lograr una adecuada aplicación de la concepción didáctica.

Ahora bien, con relación a la concepción de "valores profesionales", resulta adecuado asumir una concepción didáctica que se ajuste a las condicionantes antes señaladas, por eso se considera que la brindada por N. Batista se ajusta perfectamente a los requerimientos deseados. Ella plantea que los valores profesionales son: *"...aquellas cualidades de la personalidad profesional que expresan significaciones sociales de redimensionamiento humano y que se manifiestan relacionados al quehacer profesional y modos de actuación"*, además de que: *"Los valores profesionales no son más que los valores humanos contextualizados y dirigidos hacia la profesión. Los valores profesionales constituyen a su vez rasgos de la personalidad profesional y contribuyen a definir una concepción y sentido integral de la profesión"*. [1]. Las razones por las que se asume este enfoque están dadas por el carácter abarcador e integrador del concepto planteado de valor profesional, por su viabilidad en el caso del ingeniero mecánico cubano y por constituir una premisa metodológica para su formación desde los contenidos de la asignatura a través de la vinculación con la actividad profesional, es decir, con el desempeño.

Los valores profesionales no se desarrollan por separado. Las diferentes acciones que ejecuta el ingeniero mecánico contribuyen de alguna manera a la educación de valores dentro del ambiente tecnológico. De esa forma, las actividades concretas de selección y análisis, utilización de los materiales adecuados, identificación del trabajo de los operarios, determinación de los niveles de acabado tanto en lo estético como en lo formal, preservar el aspecto ecológico, por citar algunos ejemplos: *"son actividades con un contenido profundamente valorativo que se*

ponen en acción dentro del trabajo concreto con tecnología..." [20] y que son susceptibles de ser desarrollados desde la formación académica.

Dentro de los valores morales se ha seleccionado la "responsabilidad profesional", o sea, el valor responsabilidad en el contexto de la profesión de ingeniero mecánico. Los criterios para la selección de este valor están dados, en primer lugar, por la importancia que posee en cualquier especialidad universitaria y, en segundo lugar, por encontrarse explícitamente declarado en el modelo del profesional de la carrera de Ingeniería Mecánica.

No se concibe un profesional de estos tiempos que no sea responsable. Este valor está dado, entre otras características, por la capacidad de ser disciplinado, cumplidor, reconocer sus errores y adoptar vías para superarlos, ser crítico y autocrítico, así como enfrentar obstáculos. Según A. Maya: *"La responsabilidad del técnico está en su capacidad de responder ante la sociedad por su labor concreta"*[14].

V. Ojalvo y un Colectivo de autores del CEPES de la Universidad de la Habana, brindan una definición de valor responsabilidad que permite su posterior operacionalización y que, además, consolida los criterios señalados anteriormente: *"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 se realiza independientemente de la obligación externa a partir de la comprensión de su necesidad"*.

En el plano profesional, E. Roy apunta que una dimensión fundamental de la responsabilidad es: *"... asumir el grado que corresponde por las decisiones y posibilidad de ser criticado a causa de ellas"* y señala como lo más genuino del valor responsabilidad: *"... la capacidad de responder a las necesidades, a las perspectivas y a las exigencias sociales e individuales. Responder por lo hecho o lo no-hecho según el caso; Y dar respuestas a los problemas apremiantes: Dimensión de la asunción subjetiva de los proyectos para darles concreción"* [21], lo cual se manifiesta en el momento en que el profesional ejecuta cualquier acción vinculada a su especialidad convirtiéndose dicha acción en una *"elección moral"* [8].

Tomando en cuenta los criterios del Colectivo de Autores del CEPES, por considerarse integrador de los aspectos cognoscitivos y afectivos relacionados con la responsabilidad, adecuándolos al contexto de la profesión de ingeniero mecánico y a la concepción de valores profesionales de la autora N. Batista, y a lo señalado por otros autores, se considerará que la responsabilidad profesional en el ingeniero mecánico estará presente cuando:

- Conoce que como profesional responsable deberá: cumplir el deber profesional con la

mayor calidad posible, vencer todos los obstáculos que interfieran su desempeño y actuar en correspondencia con ello, guiado por motivos internos determinados por la comprensión de la necesidad de un modo de actuación responsable.

- Asume las consecuencias de sus actos y es capaz de responder por ellos.
- Emite juicios éticos profesionales responsables.
- A partir del reconocimiento de sus propios errores o limitaciones se traza medidas concretas para su superación y para alcanzar niveles superiores de autoperfeccionamiento.

Estas últimas consideraciones se tuvieron en cuenta durante el proceso de elaboración de la concepción didáctica y particularmente de la propuesta de tarea docente, teniendo en cuenta su valor metodológico, toda vez que se conocen los requerimientos del valor.

4. Concepción formativa de la tarea docente.

La tarea docente, en la presente propuesta, adquiere un matiz que la diferencia de la forma tradicional de llevarla a cabo. Es tarea docente toda aquella actividad que propicia la ejecución por el estudiante, ya sea de forma individual o colectiva, de las acciones previstas en los objetivos. Es el elemento que vincula al estudiante con su objeto de aprendizaje y en ella se materializa todo el proceso de formación, por lo que posee grandes potencialidades para contribuir al desarrollo integral de la personalidad.

En la medida en que se conformaba la concepción didáctica en la asignatura Mecánica Teórica surgían evidencias acerca de la obsolescencia de los ejercicios que debía resolver el estudiante, debido, en gran medida, a la no-correspondencia de ellos con los objetivos reformulados. Esta situación, lejos de propiciar la ejecución de acciones por parte del estudiante, promovía que los procedimientos de identificación, cálculo, selección, entre otros, fueran realizados fundamentalmente por el profesor, mientras que el estudiante "reproducía" de alguna manera estas acciones.

Por otra parte, el contenido de la llamada "ejercitación" estaba basado en la solución de los ejercicios del texto, conformados en su gran mayoría, por casos particulares de una sola respuesta y que no permitían el análisis de otras variantes ni la ejecución de otras acciones contribuyentes a niveles de abstracción y generalización mayores y mucho menos al desarrollo de la personalidad. Tampoco esta ejercitación se aproximaba de alguna manera a la situación profesional.

Uno de los puntos débiles de la antigua concepción consistía en la dificultad para la apropiación del conocimiento teórico, del concepto que debía regir la actividad práctica. El estudiante, en la mayor parte de las ocasiones, se dedicaba a resolver ejercicios reproductivos, donde solamente hacía uso de determinadas secuencias de pasos sugeridas por el profesor, sin interiorizar la esencia de los conceptos con los que se operaba en la solución del ejercicio. En algunos casos el estudiante podía, inclusive, llegar al resultado sin tener que hacer uso del conocimiento de carácter teórico, aspecto vital en esta asignatura y en la carrera en general.

Lo anteriormente señalado limitaba la reflexión acerca de la solución del problema y, por supuesto, todo lo que conlleva desde el punto de vista de la profesión de ingeniero mecánico. No se emitían juicios vinculados a la ética profesional ni existía la posibilidad de seleccionar alternativas o de tomar decisiones profesionales, aspectos de suma importancia en dicha especialidad. Debe tenerse en cuenta también que el estudiante resolvía estos ejercicios en la mayoría de los casos individualmente, es decir, sin interactuar con sus compañeros.

Por todo lo anterior se introdujeron paulatinamente tareas docentes especialmente diseñadas para su contribución al desarrollo de la responsabilidad profesional y otros valores, hasta llegar a lo que se aplica en la actualidad. En síntesis, la tarea docente en la asignatura Mecánica Teórica, abarca de alguna manera los siguientes aspectos:

- Tareas para el desarrollo del pensamiento teórico mediante las operaciones con los conceptos fundamentales de la ciencia que se estudia. Una vía muy acertada para ello lo constituyen los mapas conceptuales.
- Tareas de construcción de problemas en las que el estudiante debe aportar los datos para su solución ante una situación dada y de múltiples respuestas en dependencia del conjunto de datos suministrado. Una variante de este tipo de tarea es la formulación de problemas. En ella se le brinda al estudiante el dibujo del conjunto a analizar y él debe realizar el enunciado del problema. Otra variante son los llamados "problemas abiertos".
- Tareas docentes donde el estudiante debe detectar errores de procedimiento y cálculo y recomendar una posible solución.
- Tareas que implican selección de alternativas en el orden de funcionalidad, eficiencia y estética así como la toma de decisiones profesionales, acciones estas vinculadas al perfil del profesional de la Ingeniería

- Mecánica, en especial a la actividad de Explotar o Mantener.
- Tareas que impliquen de alguna manera la emisión de juicios de carácter ético y técnico que pueden estar implícitas en las tareas anteriores.

En el modelo de tarea propuesto se observan elementos novedosos, como lo es la construcción por el estudiante de su propio problema, acerca de lo cual comenta M. Silvestre: *"Si bien es muy importante la solución de problemas, es de gran valor la elaboración de estos por el alumno. El planteamiento de suposiciones y la búsqueda de soluciones constituye una vía que puede estimular la formulación de problemas"* [24].

La construcción de problemas en la asignatura Mecánica Teórica permite que el estudiante deba seleccionar las condiciones en que se produce la situación, las dimensiones de los elementos estructurales que intervienen en ella, el análisis de la viabilidad y funcionalidad del conjunto diseñado y la diversidad de respuestas producto de la multiplicidad de situaciones, todo lo cual contribuye al desarrollo de habilidades profesionales y cualidades de la personalidad en un ambiente profesional. Como efecto colateral se encuentra la imposibilidad, casi absoluta, de cometer fraude académico.

Por otra parte, la necesidad de formar en el estudiante de ingeniería, capacidades para trabajar con lo que él denomina "problemas abiertos" donde se aporten la menor cantidad de datos posibles, es señalada por L.A.Kennedy: *"Debe desarrollarse la forma de aprender como estimar la influencia de factores para las cuales poca o ninguna información se encuentra disponible. Un plan de estudios exitoso distribuye esta síntesis a través del programa a fin de reforzar el desarrollo de esta capacidad"* [10].

La selección de alternativas desde el punto de vista funcional, económico y estético, la detección de errores y el análisis de las posibles vías para su superación o corrección, la toma de decisiones técnicas con la consiguiente obligación de responder por ellas utilizando la comunicación oral o escrita y la posibilidad de autoevaluarse, constituyen habilidades y actitudes inherentes a la profesión de Ingeniero Mecánico que esta asignatura puede contribuir a desarrollar, en contraposición a las tareas de carácter reproductivo, incluyendo las actividades evaluativas, que predominan en la actualidad en la carrera. La responsabilidad profesional subyace en cada uno de los aspectos señalados y se puede observar también dentro de estas acciones la posibilidad de transferir el conocimiento a otras situaciones, lo que denota capacidad para la generalización.

Todas estas modalidades de tareas docentes contribuyen a la educación de la responsabilidad profesional, no solamente por el hecho de simular tareas de índole profesional, sino porque a través de ellas se promueve en el estudiante el ejercicio de la crítica y la autocrítica, la emisión de juicios valorativos responsables, el vencimiento de obstáculos, el enfrentamiento a las consecuencias de sus actos, la detección de errores y la toma de medidas para su superación.

Una de las características que pretende superar la presente propuesta de tarea docente, es señalada por Rugarcía Torres, aunque este autor no realiza explícitamente una crítica o comentario acerca de esta temática, sí se refiere a una problemática muy común en esta enseñanza y que de forma directa tiene que ver con las tareas e instrumentos que se aplican en la actualidad: *"...se observa que los alumnos resuelven problemas mecánicamente, es decir, que no piensan mientras los resuelven y, además, no manejan explícitamente aspectos éticos, dejando fuera la parte actitudinal, la relacionada con los valores"* [22]. Ello es el resultado de la aplicación de ejercicios meramente reproductivos, donde la memoria prima sobre el pensamiento y la reflexión, ya que lo que se busca es un resultado final (respuesta) a fin de detectar fácilmente si el alumno ha aprendido o no, lo cual obstaculiza cualquier acción de carácter educativo.

Por otra parte, y a tono con la concepción didáctica asumida, esta propuesta de tarea docente puede devenir en instrumento de evaluación del aprendizaje, ya que:

- Ambos conllevan acciones a ejecutar por el estudiante en el plano práctico vinculadas a los contenidos específicos y no específicos de la asignatura. Estos últimos abarcan la esfera afectiva, especialmente los juicios de índole ética.
- Los dos se ejecutan en condiciones similares a las del desempeño profesional.
- Las características de la tarea docente, en cuanto a contenido, no difieren en esencia del instrumento de evaluación.
- Tanto a través de la tarea docente como del instrumento de evaluación el estudiante se vincula al objeto de evaluación: su aprendizaje.

Anteriormente se señalaron los requerimientos metodológicos de las tareas a realizar durante las actividades evaluativas. Corresponde ahora, sugerir algunos tipos de tareas dentro de la asignatura Mecánica Teórica, a los efectos de ejemplificar su instrumentación desde el punto de vista metodológico.

Instrumentos para desarrollar los conocimientos teóricos.

Una de las grandes limitaciones que poseen los ejercicios reproductivos es la carencia de operaciones mentales que conlleven al manejo, en un nivel de abstracción adecuado, de los conceptos de carácter teórico. Si el estudiante es entrenado para la memorización de fórmulas y la reproducción de secuencias de pasos que lo conduzcan a una respuesta única de un ejercicio, difícilmente prestará atención durante su estudio a la teoría de la ciencia sobre la que se erige la práctica; y si esto ocurre, no se podrá establecer una diferenciación entre un nivel técnico medio de formación y un nivel universitario.

No constituye una respuesta adecuada a esta problemática la formulación de preguntas de definición de conceptos, que no son otras que las llamadas "preguntas teóricas". Esto no elimina en modo alguno la memorización, sino por el contrario la promueve. Por ello se considera que, aún desde el inicio del proceso, el estudiante deberá ir familiarizándose con los conceptos teóricos a través de la búsqueda de sus rasgos esenciales y sus interrelaciones con otros conceptos aprendidos previamente. Esto permitirá su aplicación posterior a nuevas situaciones que pueden, incluso, trascender la propia asignatura.

La búsqueda en bibliografía científica permite profundizar en las relaciones entre conceptos y fenómenos de la ciencia que se estudia. Al promoverse esta actividad se logran dos propósitos fundamentales en la formación del profesional: El desarrollo de habilidades en el campo del trabajo con información y la contribución a la responsabilidad profesional al propiciarse el vencimiento de obstáculos durante el proceso de enseñanza aprendizaje y otras manifestaciones como el cumplimiento del deber, el ejercicio de la crítica, la emisión de juicios, entre otros. Si la actividad se concibe para trabajar en parejas o equipos, de forma frecuente en las clases, se estará promoviendo también la responsabilidad profesional, pues en estas acciones están presentes las manifestaciones anteriormente señaladas.

La técnica de los mapas conceptuales introducida por J. Novak y colaboradores, se ajusta de forma adecuada a los requerimientos antes señalados y además, utilizada como técnica de evaluación, permite valorar hasta qué punto el estudiante se ha apropiado del concepto en cuestión, así como el alcance de esa apropiación. Si esta técnica se aplicara en condiciones de interacción permite, también, la contribución al desarrollo de la responsabilidad profesional.

Instrumentos para la construcción y formulación de problemas.

A continuación se presenta un ejemplo de la asignatura Mecánica Teórica I, donde el estudiante deberá construir su ejercicio ante una situación dada.

Construye un pórtico espacial de tres barras. Cárgalo con una carga concentrada, una uniformemente distribuida y un momento concentrado. a) Sustituye el sistema que has creado por un sistema fuerza-par equivalente en uno de los vértices del pórtico. b) Calcula el momento de la fuerza concentrada con respecto a una de las barras del pórtico.

Este ejercicio recoge en su enunciado una situación general a la que los estudiantes encontrarán respuestas tan disímiles, como lo son los conjuntos de datos que cada uno deberá aportar. Las operaciones que deberá realizar el estudiante son las siguientes:

1. Dibujar el pórtico, cuidando de que reúna las condiciones solicitadas: que sea espacial y que esté compuesto por tres barras.
2. Seleccionar previamente las zonas del pórtico donde colocará las cargas. Deberá asimismo definir en qué planos del dibujo se encontrarán dichas cargas. Si alguna de ellas estuviera inclinada con respecto a algún plano, suministrar el ángulo de inclinación.
3. Someter el pórtico a los tres tipos de cargas diferentes: concentrada, distribuida y momento concentrado, adjudicando a cada una de ellas valores adecuados al tamaño del pórtico.
4. Expresar de forma vectorial cada una de las cargas aplicadas, para lo cual deberá definir correctamente el vector unitario según la dirección del vector de la carga.
5. Seleccionar el punto donde desea hacer la reducción a un sistema Fuerza-Par equivalente.
6. Ubicar, en el punto seleccionado, el origen del sistema de referencia XYZ.
7. Determinar las coordenadas de los puntos de aplicación de las cargas aplicadas (exceptuando el momento, por ser un vector libre)
8. Definir los radio vectores desde el origen del sistema de referencia hasta el punto de aplicación de las cargas.
9. Efectuar la reducción a un sistema Fuerza-Par equivalente, mediante las ecuaciones:

$$\vec{R} = \sum \vec{F} \quad y$$

$$\vec{M}^R = \sum \vec{r} \times \vec{F} + \sum \vec{M}^{conc}.$$

10. Situar las unidades en los resultados obtenidos.
11. Dibujar en el pórtico, de forma aproximada, los vectores obtenidos en los planos correspondientes.
12. Seleccionar el lado del pórtico respecto al cual calculará el momento de la fuerza concentrada.
13. Determinar las coordenadas de los extremos del lado seleccionado respecto al sistema de referencia anteriormente seleccionado o definir un nuevo sistema de referencia que puede estar ubicado en uno de los extremos del pórtico, para mayor comodidad.
14. Calcular el momento de la fuerza concentrada respecto al eje seleccionado, mediante la ecuación:

$$M_{EJE} = \vec{M}_0 \cdot \vec{\lambda}_{EJE}$$
15. Comprobar, en la respuesta obtenida, si el resultado es un escalar.
16. Interpretar el signo del resultado.
17. Situar las unidades en el resultado.

Cada una de estas operaciones suministrará los indicadores para la emisión de un juicio valorativo en cualquiera de las formas que se seleccionen. La presencia de la responsabilidad profesional se manifiesta cuando:

- El estudiante critica su trabajo o el de otros compañeros mediante el planteamiento y defensa de sus argumentos.
- Detecta sus errores o los de otros, lo cual brinda la posibilidad de que se manifieste la autocrítica.
- Vence obstáculos en el desarrollo de su trabajo, pues debe buscar en los textos la información necesaria para la solución del problema. En este caso pudieran ser las ecuaciones que deberá utilizar.
- Sabe, en el nivel teórico, que las cargas aplicadas tienen que estar en consonancia con las dimensiones del pórtico porque de lo contrario éste pudiera "fallar", es decir, deformarse o destruirse a causa de cargas elevadas. Esto es una decisión responsable de carácter profesional.
- Debe emitir un juicio de valor acerca de su trabajo o el de otros compañeros, de manera responsable, una vez concluida la actividad.

Instrumentos para promover la detección de errores.

Una de las principales acciones que realiza el ingeniero mecánico en su desempeño es la de diagnosticar el estado técnico de las máquinas, equipos e instalaciones industriales, por lo que se hace necesario capacitarlo en la determinación de las causas de un mal

funcionamiento y en la detección de errores. A continuación se muestra un ejemplo de esto.

En un examen de Mecánica Teórica, un estudiante construyó los diagramas de fuerzas internas de una viga tal como se muestra en la figura . Detecta los errores cometidos en esta solución, justificalos y plantea la forma aproximada que deben tener los gráficos correctos. ¿Cómo crees que influirían en el trabajo profesional los errores por ti detectados? ¿Qué harías tú si estuvieras en una situación semejante?

Este caso difiere de la pregunta tradicional (construir los gráficos), en que el estudiante debe ir más allá. Para detectar los errores una premisa fundamental es saber construir los gráficos y después detectar los errores y justificarlos, lo que implica un grado de abstracción mayor que en el caso de su construcción mecánica. Si esto se logra, el estudiante sin realizar ningún cálculo adicional podrá configurar la geometría de los gráficos reales para la situación mostrada.

Desde el punto de vista de la profesión estos errores implican una mala selección del material y resultados erróneos en cuanto a las dimensiones, por lo que el elemento no cumpliría con la función asignada. Para ello el estudiante debe poseer una concepción clara de los conceptos teóricos de fuerza cortante y momento flector, los cuales son utilizados de forma mecánica en el problema reproductivo. El estudiante deberá valorar responsablemente esta situación y definir cuál sería su actuación profesional en este caso.

Las acciones a ejecutar en la situación analizada serían de: identificación, comparación, interpretación, justificación y argumentación. Mientras que en el caso del problema reproductivo ejecutaría solamente acciones relacionadas con el cálculo mecánico siguiendo una secuencia de pasos predeterminada y, en todo caso, una comprobación de lo realizado. No obstante, en una etapa preliminar de asimilación, los ejercicios reproductivos contribuyen al desarrollo de la habilidad de construir gráficos.

Ejemplo de ejercicio de selección de alternativas.

La selección de alternativas, como ya se ha manifestado, constituye una acción que el ingeniero mecánico realiza de manera cotidiana. Ella conlleva una argumentación de la decisión adoptada, por cuyas consecuencias deberá responder ante su colectivo laboral. Es por ello que, en los instrumentos de evaluación se incluyen tareas con esas características. Un ejemplo se muestra a continuación:

Como ingeniero deberás seleccionar entre los tres frenos de banda mostrados en la figura, el más idóneo para que la fuerza aplicada en la palanca sea la menor

posible. Para ello dispones de un motor que suministra un momento constante y que deberá ir conectado al freno seleccionado. Justifica tu elección y analiza lo que sucederá si el operario no garantiza la lubricación necesaria en el cojinete. ¿Cómo actuarías en ese caso?

Se le muestran al estudiante tres frenos que tienen las mismas relaciones de palanca, sin embargo, los ángulos abrazados por el material friccionante son distintos. En el caso de mayor ángulo abrazado, la fuerza de frenado es menor que en el resto de los casos lo cual puede justificarse matemáticamente. No obstante, si el estudiante posee el concepto teórico, no es imprescindible que realice los cálculos. La deficiente lubricación influye en que en el cojinete se genera un par de rozamiento contrario al movimiento que interfiere en el funcionamiento del sistema. Sin embargo, esto trae como consecuencia que la fuerza de frenado sea menor para lograr que el volante se detenga.

El primer efecto es el más peligroso para el conjunto ya que el motor tiene que vencer el rozamiento y esto lo sobrecarga, provocando un posible fallo. El estudiante deberá enfrentar esta situación como un problema profesional y proyectarse hacia una solución responsable.

Las acciones a ejecutar por el estudiante en este caso son:

- Comparación.
- Identificación.
- Selección.
- Argumentación.
- Toma de decisiones.

El alumno puede auxiliarse de algún cálculo adicional en el caso que desee comprobar sus apreciaciones. Se observa el dilema ético profesional implícito en el ejercicio.

En cada uno de los temas de la asignatura es factible utilizar instrumentos con las características de los señalados anteriormente, de forma independiente o combinando algunos de ellos.

5. Conclusiones.

- La tarea docente concebida de forma tradicional posee limitaciones propias que le impiden cumplir con una función formativa. El hecho de basarse en la reproducción más que en la reflexión impide cualquier acción encaminada hacia el desarrollo integral de la personalidad del futuro ingeniero mecánico.
- La concepción de tarea docente que se propone en el presente trabajo, posee un sustrato teórico y un basamento científico que se ajusta a las necesidades actuales de formación de competencias profesionales, en especial de la contribución al desarrollo de la responsabilidad profesional,

teniendo en cuenta que en su estructura y componentes se encuentran presentes aquellas dimensiones fundamentales que definen el valor como tal.

- El escenario idóneo para la ejecución de la tarea docente es el que más se aproxime al futuro desempeño profesional de futuro egresado, ya que no son precisamente condiciones artificiales las más apropiadas para la formación de carácter laboral profesional.
- En ese contexto y bajo las condicionantes que matizan la nueva tarea docente, el estudiante se desarrolla y se evalúa en condiciones de desempeño, lo cual contribuye, desde lo académico, al desarrollo también de otras cualidades de carácter profesional deseadas en este ámbito.

6. Bibliografía.

1. Batista Tejeda N. (2001); "Una concepción metodológica de educación en valores para su diseño curricular en las carreras de ingeniería"; Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, ISPJAE, La Habana, Cuba.
2. Bolívar A. (2000); "La evaluación de valores y actitudes como tarea controvertida; en: Aproximación a una evaluación de valores y actitudes en la formación de profesionales"; Universidad de Magallanes, Chile.
3. Colectivo de Autores (1995); "Didáctica Universitaria"; CEPES, Universidad de la Habana, Cuba.
4. Colectivo de Autores (1996); "Tendencias Pedagógicas contemporáneas"; Universidad de Ibagué, Colombia.
5. Colectivo de Autores (1997); "Diagnóstico y Transformación del Proceso de Enseñanza Aprendizaje en la carrera de Ingeniería Mecánica"; Fundamentación para la propuesta del Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba para 1997, CEPES, Universidad de la Habana.
6. Colectivo de Autores (2002); "La educación en valores en el contexto universitario"; Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.
7. González Maura, V. (1999); "La educación de valores en el curriculum universitario: Un enfoque psicopedagógico para su estudio"; Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XIX, No. 1, La Habana, Cuba.
8. González Pérez Marcela (1999); "¿Es neutral la tecnología?"; en: Ecología y sociedad: Estudios; Editorial Ciencias Sociales, La Habana, Cuba.

9. González Pérez Miriam (2000); "Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria"; Editorial de la Universidad de Matanzas, Cuba.
10. Kennedy L.A. (1999); "The educational process en: Global Journal of Engineering Education"; Vol 3. No.1, Australia.
11. Kranzberg M., Pursell C., citado por: Rodríguez Acevedo G. (2000); Ciencia, tecnología y sociedad: "Una mirada desde la educación tecnológica"; Revista de la OEI, No.18, España.
12. Leontiev N. (1983); "Actividad, conciencia y personalidad"; Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
13. López Cerezo J.A, Valenti P. (2000); "Educación tecnológica en el siglo XXI"; Revista Polivalencia No. 8; Fundación politécnica; Universidad Politécnica de Valencia, España.
14. Maya A. (s/f); citado por Núñez Jover J.(1999) en: La ciencia y la tecnología como procesos sociales; Inédito, Universidad de la Habana, 1999.
15. Molina Álvarez A.T. (2002); "Estrategia de evaluación del aprendizaje para la contribución al desarrollo de la responsabilidad profesional"; Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, CUJAE, La Habana.
16. Novak J., Gowin D.B. (1988); "Aprendiendo a aprender"; Ediciones Martínez Roca, Barcelona.
17. Núñez Jover J. (1999.); "La ciencia y la tecnología como procesos sociales", Inédito, Universidad de la Habana, Cuba.
18. Ontoria N. y otros (1997); "Mapas conceptuales: Una técnica para aprender"; Narcea ediciones; Madrid.
19. Ontoria N., Molina A. (1988); "Metodología participativa en el aula"; Servicios Publicaciones de la Universidad de Córdoba, España.
20. Rodríguez Acevedo G. (2000); "Ciencia, Tecnología y sociedad: Una mirada desde la educación en tecnología"; Revista Iberoamericana de Educación No.18, España.
21. Roy Ramírez E. (1987); "La responsabilidad ética en ciencia y tecnología"; Editorial Tecnológica, Costa Rica.
22. Rugarcía Torres A. (1996); "Mitos y creencias en la docencia de la ingeniería"; en Memorias del Taller para el mejoramiento de la docencia en ingeniería y ciencias; Lupus Magister, México.
23. Shuare M. (1990); "La Psicología soviética tal y como yo la veo"; Editorial Progreso, Moscú.
24. Silvestre Oramas M. (1998); "Aprendizaje, educación y desarrollo"; Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
25. Stenhouse L. (1984); "Investigación y desarrollo del vitae"; Ediciones Morata, Madrid.
26. Sutz J., (2000); "Ciencia Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular"; Revista Iberoamericana de Educación No. 18; Biblioteca virtual, OEI, España,
27. Vigotsky L.S. (1988) citado por: Colectivo de autores (1995); "Didáctica Universitaria"; CEPES, Universidad de la Habana.
28. Vigotsky L.S. (1988); citado por: González Pérez M. (2000); "Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria"; Editorial de la Universidad de Matanzas, Cuba.

The educational task in the teaching of Mechanical Engineering: A formative conception.

Abstract:

The present paper outlines a new conception of educational task for the mechanical engineer's formation whose theoretical premises are sustained in the Cultural Historical Focus and the Theory of Activity. Starting from the requirements of the professional's profile, their general actions and the requirements to verify the presence of the value professional responsibility in engineering specialties. The educational task conceived possesses, in opposition to the traditional one, potentialities to contribute to the formation in the student of the value signal and other professional values. In a context similar to the professional, the student will execute actions related with: The development of the theoretical thought, the construction of problems, the detection of errors and its solution, the selection of alternative and the emission of trials of ethical character. Everything linked to the subject in study. In this case it refers to the Theoretical Mechanics, although these approaches can be generalizable to other subjects and disciplines of the career.

Key words: Educational task, professional responsibility, teaching of engineering.