

La estimulación de la Creatividad en estudiantes de Ingeniería Mecánica: una experiencia en la asignatura Elementos de Máquinas.

T. Ortiz Cárdenas, A.E. García Toll, V. Machín Díaz.

Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". CUJAE.
Facultad de Ingeniería Mecánica. Departamento Mecánica Aplicada.
Calle 116 s/n. CUJAE. Marianao 15. Ciudad de la Habana. Cuba.
Teléfono: 260-2267.

E-mail: tortiz@mecanica.ispjae.edu.cu
tortiz_1@yahoo.com

Resumen

La sociedad de comienzos del Tercer Milenio demanda profesionales creativos, capaces de enfrentar el reto que les impone su tiempo. Es responsabilidad de las universidades estimular la creatividad de sus estudiantes de una forma consciente.

En el presente artículo se expone una experiencia desarrollada en la asignatura Elementos de Máquinas de la carrera Ingeniería Mecánica, donde se pone de manifiesto la transformación evidenciada en los estudiantes debido a la introducción de vías alternativas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como el trabajo grupal y técnicas para la generación de ideas y creatividad.

Palabras claves: Creatividad, proceso de enseñanza aprendizaje, diseño, elementos de máquinas.

1. Introducción.

La sociedad de comienzos del Tercer Milenio se caracteriza por su constante transformación, por su constante cambio. El profesional que se demanda ahora tiene características totalmente diferentes a las de hace 20 o 30 años. La Declaración Mundial sobre Educación Superior de la UNESCO (UNESCO, 1998), explica el por qué de esta transformación y recomienda los principales cambios.

En el artículo 9 de este documento se enfatiza el hecho de que *"en un mundo en rápido cambio, se percibe la necesidad de una nueva visión y un nuevo modelo de enseñanza superior, que debería estar centrado en el estudiante."* Más adelante se precisa que la formación de estos estudiantes se debe dirigir a *"que se conviertan en ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas de la sociedad, buscar soluciones para los que se plantea a la sociedad, aplicar éstos y asumir responsabilidades sociales."*

Para lograr estos objetivos es urgente transformar el Proceso de Enseñanza Aprendizaje (PEA). En este sentido recomienda que *"puede ser necesario reformular los planes de estudio y utilizar métodos nuevos y adecuados que permitan superar el mero*

dominio cognitivo de las disciplinas, que debería facilitar el acceso a nuevos planteamientos pedagógicos y didácticos, y fomentarlos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para la comunicación, al análisis creativo y crítico, la reflexión independiente, el trabajo en equipo en contextos multiculturales, en los que la creatividad exige combinar el saber teórico y práctico tradicional o local con la ciencia y la tecnología de vanguardia ... los nuevos métodos pedagógicos también supondrán nuevos materiales didácticos. Estos deberán estar asociados a nuevos métodos de examen, que pongan a prueba no sólo la memoria sino también las facultades de comprensión, la aptitud para las labores prácticas y la creatividad." (UNESCO, 1998).

Se destaca que una de las características esenciales de ese futuro profesional debe ser la CREATIVIDAD. De una forma indirecta se parte del supuesto que la creatividad, puede ser estimulada a través del PEA y que por tanto todos somos potencialmente creativos.

La realidad educativa nacional demuestra que prevalece en nuestras aulas el tradicionalismo y el dogmatismo. Muchos profesores insisten en pretender transmitirlo todo en la clase y los estudiantes se convierten así en simples receptores de conocimientos. Si a esto se le suma el hecho de que en diversas especialidades la mayoría de los profesores no tienen

formación pedagógica de base, pues son ingenieros, médicos o artistas, el problema se complica aún más.

Por tanto se hace necesario realizar investigaciones donde se analice de qué forma se puede estimular la creatividad de los estudiantes. Es justamente en esta dirección en que se encamina nuestra investigación.

El objetivo fundamental del trabajo es analizar qué efecto puede tener sobre los estudiantes de Ingeniería Mecánica, la aplicación de vías alternativas en el PEA, dirigidas fundamentalmente a la estimulación de la creatividad. En el caso de la Ingeniería Mecánica es esencial la estimulación de la creatividad en todos los campos de acción de la carrera, con una incidencia especial en la Proyección.

Esta preocupación por la creatividad en el diseño mecánico se manifiesta desde hace varias décadas a nivel mundial. Joseph Edward Shigley, prestigioso profesor de Ingeniería Mecánica de Estados Unidos explica que a inicios de la década del 50, un comité evaluador de la educación en ingeniería establecido en la American Society for Engineering Education, planteó que *“el rasgo más notable de la educación profesional en ingeniería es la capacitación para las fases creativa y práctica del diseño.”* (Shigley, 1989).

Para desarrollar esta experiencia se escogió la asignatura Elementos de Máquinas (EM), donde la acción más general que se aspira a formar en el estudiante es diseñar. Esta asignatura forma parte de la Disciplina Mecánica Aplicada. En el Modelo del Profesional tiene incidencia directa en el Campo de Acción correspondiente a la Proyección como objeto de dominio del ingeniero mecánico.

Es una asignatura eminentemente práctica, donde se aplican conocimientos teóricos de las asignaturas precedentes de la disciplina (Mecánica Teórica, Resistencia de Materiales y Teoría de Máquinas y Mecanismos), de la cual es terminal y de otras, en la resolución de problemas de diseño de EM de aplicación general. En la planificación y ejecución de la experiencia se tuvo en cuenta que para estimular la creatividad en estudiantes de ingeniería mecánica se debían implementar las siguientes actividades técnico-creativas:

- 1) Resolución de problemas técnicos.
- 2) Búsqueda y completamiento de datos.
- 3) Encuentros con inventores, innovadores y racionalizadores.
- 4)

La introducción de este tipo de actividades en el PEA de la asignatura EM, permitiría a los estudiantes *“la participación activa y sistemática de los escolares en estas actividades está orientada a la formación de la personalidad mediante...”*: (Borroto, 1997).

- Ampliación y profundización de los conocimientos y vivencias, acerca de la actividad laboral de los trabajadores sobre los medios de trabajo, los mecanismos y las máquinas, los procesos tecnológicos y la organización de la producción.
- Información sobre la evolución de las ideas científicas y el desarrollo de las tendencias fundamentales del Progreso Científico Técnico y Social.
- Formación y desarrollo de hábitos de cultura técnica y la asimilación de las normas de trabajo dadas en los documentos estatales y la literatura técnica.
- Interés por los problemas de la ciencia, la técnica y la producción.
- Autonomía y autodirección en la elección y toma de decisiones.
- Participación social, activa y creativa y capacidad para afrontar y resolver problemas.
- Autorrealización potencializada.
- Desarrollo de una mentalidad de “productos” y una voluntad férrea en la búsqueda de soluciones creativas a los problemas técnicos.

Es importante destacar que se habla de creatividad en el marco del diseño mecánico, y que el hecho de que un estudiante por sí sólo llegue a la solución de un problema planteado, empleando su propia secuencia de cálculo, es ya un índice de creatividad, pues no está trabajando contra un modelo resuelto por el profesor.

En el artículo se describe la experiencia desarrollada por las autoras durante el primer semestre del curso 2000-2001, con dos grupos de estudiantes de 4° año de la carrera. La experiencia contó con dos momentos importantes, el primero una estimación del nivel de partida en los estudiantes en cuanto a la creatividad, y un segundo momento referido a la aplicación de vías alternativas durante el Proceso de Enseñanza Aprendizaje que estimularan la creatividad en la asignatura EM.

2. Estimación del nivel de partida.

Una de las preocupaciones iniciales al planificar la experiencia era conocer que pensaban los estudiantes acerca de la creatividad en su profesión. Para ello se realizó una primera actividad que tuvo las características siguientes:

Actividad # 1.

Objetivos:

- Estimar el nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto a las características de un ingeniero mecánico creativo.

Para garantizar el cumplimiento del objetivo se comienza la actividad explicando a los estudiantes que ellos forman parte de una experiencia pedagógica que pretende trabajar en la estimulación de la creatividad de los individuos y del colectivo, mediante actividades vinculadas a la asignatura EM.

Para conocer la opinión de los estudiantes se formula la siguiente pregunta a responder de forma individual y por escrito:

¿Qué características deben distinguir a un ingeniero mecánico creativo?

Los estudiantes respondieron la pregunta y la información fue procesada por las autoras y discutida en plenaria en el aula. Esta información aparece en la Tabla

Tabla 1. Respuestas de la Actividad # 1

	Estud. 1	Estud. 2	Estud. 3	Estud. 4	Estud. 5	Estud. 6	Estud. 7	Estud. 8	Estud. 9	Estud. 10	Estud. 11	Estud. 12	Estud. 13	Estud. 14	Estud. 15	Estud. 16	Estud. 17	Estud. 18	Total
Espíritu de superación	X				X			X		X					X	X			6
Espíritu de búsqueda	X			X															2
Perseverancia	X				X				X						X				4
Iniciativa		X																	1
Imaginación		X						X	X	X				X				X	6
Conocimientos		X		X					X	X				X		X		X	7
Nacer creativo			X																1
Visión de futuro			X			X													2
Comunicativo				X															1
Organizado					X														1
Seguro					X														1
Detallista					X								X						2
Curioso					X							X						X	3
Inteligente					X							X			X				3
Decidido					X				X			X							3
Cuidadoso					X														1
Rápido						X					X	X							3
Ocorrente						X													1
Óptimo							X												1
Creativo							X		X										2
Ingenioso							X								X	X	X		4
Concentrado								X											1
Capacidad para encontrar soluciones											X						X		2
Amor al trabajo											X							X	2
Preocupado												X							1
Alegre												X							1
Informado													X	X					2
Lógico													X						1
Motivado													X						1
Otras personas creativas														X					1
Humanista															X				1
Culto															X				1
Entusiasta																X			1
Realista																	X		1
Flexible																		X	1
Total	3	3	2	3	10	3	3	2	5	3	3	6	4	4	6	4	3	5	

Las ideas más mencionadas fueron:

- Espíritu de superación.
- Perseverancia.
- Imaginación.
- Conocimientos.
- Ingeniosidad.

Otras cualidades importantes a tener en cuenta son: inteligencia, visión de futuro, informado, motivado, flexible y decidido.

Durante el debate en el aula cada estudiante explica las características que considera más importantes y en que sentido la había mencionado, así se retroalimenta la información de cada cual y se enriquece mucho la actividad.

No cabe duda de que las cualidades mencionadas por los estudiantes son propias de un ingeniero mecánico creativo, pero es interesante detenerse en algunas de ellas. Es notable la importancia que le dan al conocimiento (7) o a la información en general y al espíritu de superación (6). Esto refleja la influencia que tiene en el criterio de los jóvenes, la sociedad en la cual se van a insertar una vez graduados, es decir tienen una percepción clara de lo que les espera y se preparan para ello.

El hecho de que sólo un estudiante se refiera a la creatividad como una cualidad que se adquiere al nacer, muestra que la mayoría piensan que se puede estimular la creatividad a través del conocimiento, de un ambiente de intercambio entre profesionales, con una actitud activa, perseverante, flexible y motivada.

Otra inquietud surgida al inicio: **¿será válido tratar de estimar el nivel de partida en cuanto a la creatividad de un individuo?.**

Esto constituye una gran interrogante, ya que es complejo intentar medir el nivel de creatividad de un proceso o producto, mucho más si se trata de una persona. Las pruebas para medir creatividad tienen muchos detractores, ya que al aplicar pruebas globales, se tropieza con la existencia de personas creativas en áreas diferentes. También debe tenerse en cuenta el ambiente en que se realiza la prueba, el tiempo de que dispone, en el a veces no es posible apreciar la facilidad de un individuo para detectar, formular o solucionar un problema o problemas.

A pesar de lo antes expuesto asumimos el reto, y se llevó a cabo una segunda actividad.

Actividad # 2.

Objetivo:

- Estimar los niveles de creatividad en el grupo.

Para desarrollar la actividad se aplicó la técnica de múltiples usos para lo cual se les entregó el siguiente ejercicio:

- 1) **Enumere los posibles usos de este objeto.**
- 2) **Explique el uso que le parezca más original.**

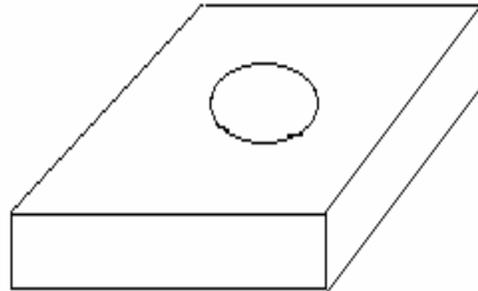


Figura 1. Objeto a analizar.

Esta prueba se realiza para lograr que los estudiantes reparen en los indicadores más empleados para medir niveles de creatividad y analizar si estos son válidos para el ingeniero mecánico. De manera general se consideran cuatro indicadores (Penagos, 2000):

- Originalidad: define a una idea, proceso o producto como algo diferente.
- Fluidez: posibilidad de generar un número elevado de ideas.
- Flexibilidad: facilidad para replantear la solución de un problema o detectar este.
- Elaboración: nivel de detalle o terminación de una idea o proceso planteado.

En esta experiencia participan 15 estudiantes que no realizaron la actividad # 1, al debatir con ellos los resultados se busca explicar qué es la creatividad, la importancia de desarrollarla en ingenieros mecánicos y la posibilidad de estimularla a través de la actividad colectiva entre otros aspectos. En la Tabla 2 se muestran los resultados del ejercicio propuesto a los estudiantes. Entre las ideas más repetidas se encuentran:

- Arandela.
- Tapa.
- Base.

Separador o tope.

Tabla 2. Resumen de respuestas de la actividad # 2.

	Cantidad de Ideas	Mecánicas	Artísticas	Vida	Naturaleza	Arandela	Puerta	Tapa	Sillita	Tuerca	Fregadero	Silla	Calzo	Juego	Apoyo	Base	Retén	Mesa	Techo	Plantilla	Criba	Separador	Guía	
Estud.1	5	4		1					X														X	
Estud.2	9	3	2	4		X									X								X	X
Estud.3	6	3	2	1		X		X					X						X					
Estud.4	3		1	1	1			X																
Estud.5	9	2	3	4		X	X		X						X				X					
Estud.6	8	4		4					X		X					X								
Estud.7	10	4	2	4							X										X			
Estud.8	4	2	1	1												X						X		
Estud.9	9	5		4		X				X		X		X		X	X	X		X				
Estud.10	5	3		2				X																
Estud.11	6	2		4		X	X	X			X													
Estud.12	6	3	2	1		X									X									
Estud.13	9	4	4	1		X								X						X	X	X	X	X
Estud.14	9	2	3	4				X	X							X								
Estud.15	5	1	1	3				X								X								
Estud.16	3			3												X								
Total	106	42	21	42	1	7	2	6	4	1	2	2	1	2	2	7	1	1	2	2	2	2	4	2

También hay otras ideas muy interesantes como: criba, guía, proyector, control de flujo y apoyo. La idea más original de todas y mejor elaborada es una máquina rompehielos, que fue representada gráficamente por el estudiante que la propuso.

Es importante señalar que cerca del 40% de las 106 ideas que se propusieron los estudiantes eran de perfil mecánico, otro 40% son objetos utilitarios, un 20% referido a aspectos artísticos y sólo una idea referida a la protección del medio ambiente. Aunque en un inicio no fue propósito tener en cuenta estos aspectos no dejaron de llamar la atención y debatirlos con los estudiantes, así como la poca tendencia a expresar ideas por medio de la representación gráfica. Todo lo anterior fue debatido en el grupo y se tomó como punto de partida para el trabajo en el semestre.

Se debe destacar de manera especial la buena disposición de los estudiantes de los dos grupos a participar en las actividades.

3. Vías alternativas para estimular la creatividad durante el PEA.

Luego de concluidas las actividades que debían permitir estimar el nivel de partida de los estudiantes en cuanto a la creatividad se pasa a trabajar en algunos de

los temas de la asignatura, empleando técnicas y formas de enseñanza que nunca se habían aplicado. En cada caso se lleva un registro riguroso de todo lo que sucede en el aula durante el desarrollo de las clases. A continuación se describe cómo se desarrolla la experiencia en cada tema.

Tema #1. Fundamentos del Cálculo de Elementos de Máquinas.

Este tema consta de 4 actividades docentes, de las cuales la cuarta es una evaluación parcial, los objetivos declarados para el tema son:

- Identificar los principales criterios de capacidad de carga de los EM.
- Analizar cómo se transmite la potencia desde el motor a la máquina.

La primera actividad del tema coincide con el primer encuentro entre los profesores y los estudiantes, por lo que se realiza la presentación de forma individual. En este caso se comienza por el profesor haciendo énfasis en la similitud y la diferencia entre la carrera que él

cursó y la que cursan sus estudiantes, así como en su experiencia laboral.

Posteriormente cada estudiante se presenta y manifiesta su opinión acerca del grupo, llegando a la conclusión de que ellos se valoran como personas sin inhibiciones para participar en clases, son unidos, estudian de forma individual o en pequeños grupos cuando la tarea a enfrentar es grande. Una de las brigadas está muy orgullosa de haber sido Vanguardia Nacional de la FEU.

Luego de la presentación se pasa al encuadre de la asignatura, incluido el sistema de evaluación en el primer semestre que se caracteriza por no tener examen final y realizar las evaluaciones a libro abierto. Rápidamente se muestran inquietos porque no están acostumbrados a este tipo de examen. Se les explica las bondades de esta variante de evaluación, fundamentalmente el hecho de que no tienen que aprenderse ecuaciones de memoria, *les permite evaluarse realizando una actividad en condiciones similares a las de un profesional en ejercicio.*

En este momento se aplica la técnica de antiéxito mediante la pregunta:

¿Qué hacer para no aprobar la asignatura Elementos de Máquinas?

Las respuestas expresadas de forma oral se detallan en la Tabla 3.

Al analizar los resultados se aprecia que la responsabilidad con la evaluación es asumida en todo momento por el estudiante, esta no se transfiere al profesor o a exámenes difíciles, lo cual es muy positivo. Además se manifiesta la necesidad del estudio sistemático, así como la continuidad de la evaluación a lo largo del semestre y no sólo en el marco de las pruebas parciales.

En general se mostraron entusiasmados con la actividad y participaron activamente en el análisis de las respuestas dadas. Posteriormente se dio paso a la conferencia mediante el método expositivo, pero con una gran participación de los estudiantes lo que demuestra su preparación inicial para enfrentar la asignatura.

Al final se dan las orientaciones necesarias para en la próxima clase desarrollar un seminario. Se organizan los grupos y se les orienta la tarea a cada cual, indicándoles la bibliografía a consultar.

En la segunda actividad se imparte en forma de seminario, su objetivo: determinar las características fundamentales de funcionamiento y dimensionales de las transmisiones mecánicas, con la participación de los estudiantes y su correcta autopercepción. Para ello al final debe ser completada la Tabla 4.

Tabla 3- Resultados de la técnica de antiéxito.

M 41	M 42
No aprobar tres pruebas parciales de cinco	Estudiando sólo dos días antes de la prueba
No asistir a clases	No asistir a clases
No estudiar	Suspender al menos un tema
No asistir a los laboratorios	No traer el libro de texto a clases
No entregar los informes de laboratorio en tiempo y con calidad	No entregar los laboratorios
	Participación pobre en clases y seminarios

Tabla 4- Propuesta de resumen de las características de las transmisiones.

Parámetros Fundamentales	Transmisiones				
	Correas	Cadenas	E. cilíndricos	E. cónicos	E. sinfín
Distancia entre centros					
Relación de transmisión					
Potencia					
Velocidad periférica					
Tamaño					
Eficiencia					
Costo					

En la primera hora se realiza el trabajo individual de cada equipo, incorporando nueva bibliografía llevada por los profesores como catálogos y textos actualizados, favoreciendo la consulta de fuentes bibliográficas diferentes a las que tradicionalmente usan en clase. **En este caso** el trabajo se realiza con disciplina y seriedad y permite ir caracterizando a los estudiantes de forma individual.

En la segunda parte del seminario cada equipo expuso las características de su transmisión **y en la pizarra aparece completa la tabla**. Esta exposición se convierte en una discusión muy enriquecedora acerca de cuales de las transmisiones eran las mejores, ellos mismos arriban a la conclusiones, **entre ellas** de que no existe la mejor, pues depende de las exigencias del accionamiento que se diseña.

De esta forma el estudiante comienza a identificarse con la actividad de diseño y comprende que un problema puede tener diferentes soluciones, lo que se demuestra en el desarrollo de las clase práctica. Durante la discusión surgen preguntas que pueden ser respondidas por ellos y en ocasiones por el profesor, lo que ayuda a cumplir los objetivos planteados en el tema.

Anteriormente el análisis general de las transmisiones era realizado por parte del profesor de forma expositiva, lo que no motivaba al alumno al estudio de la asignatura. Esta nueva forma de abordar las transmisiones permite a los estudiantes identificarse y motivarse con el objeto de estudio de la asignatura, interesándose por profundizar más en cada transmisión.

Tema #2. Transmisiones por correas.

El tema consta de 7 actividades, distribuidas en 2 conferencias, 2 clases prácticas, 1 seminario, 1 laboratorio y 1 prueba parcial. Es la primera transmisión que se estudia en la asignatura, siendo también la primera experiencia en cuanto a diseño mecánico que enfrentan los estudiantes. Los objetivos del tema son:

- Caracterizar la transmisiones por correas.
- Seleccionar transmisiones por correas.

Durante el desarrollo del tema se puso de manifiesto la habilidad que los estudiantes iban adquiriendo en la resolución de los problemas de diseño, incidiendo en esto el trabajo independiente de forma grupal. Se logra que cada cual estructurara su propia secuencia de pasos para realizar el diseño, sin tener que ser impuesta por el profesor.

Como actividad nueva en el tema se realiza el seminario, luego de haber recibido todo el contenido del tema, incluido el laboratorio en el que trabajan en instalaciones reales del taller de maquinado de la facultad.

Objetivos del seminario:

- Evaluar transmisiones por correas teniendo en cuenta su capacidad de trabajo y condiciones de tensado.
- Realizar el plano de las poleas de la transmisión evaluada.

Para desarrollar el seminario cada equipo debe resolver un problema y presentar el plano se pieza de las poleas. En este momento se aprecia una mayor colaboración entre los estudiantes y un alto nivel de independencia, solidez en la presentación de las soluciones propuestas y alta motivación por el estudio de la asignatura. Trabajar en la elaboración del plano de las poleas que se necesitan para la transmisión diseñada, les permite analizar físicamente la factibilidad de la solución, teniendo en cuenta su tamaño y los requerimientos tecnológicos de su construcción, lo que influye en el funcionamiento del conjunto.

Al finalizar el tema se comprueba que los estudiantes son capaces de construir su propias secuencias de cálculo, en la solución de un problema de diseño de transmisiones por correas y además se encuentran motivados por la forma en que se imparte la asignatura.

Tema #3. Transmisiones por cadenas.

Objetivos del tema:

- Caracterizar los principales tipos de cadenas.
- Seleccionar transmisiones por cadenas de rodillos.

En este tema está previsto impartir dos conferencias y una clase práctica. En la primera conferencia se aborda el criterio de cálculo tradicional de transmisiones por cadenas que aparece en el libro de texto y en la segunda los estudiantes de un equipo expusieron el método de cálculo de la norma DIN 8195, vigente es esos momentos, que debieron estudiar de forma independiente y en idioma inglés.

Para desarrollar la actividad los estudiantes del equipo realizaron el análisis previo de la norma , profundizando en las semejanzas y diferencias con el método de cálculo estudiado en clases. Expusieron con ayuda de la pizarra y respondieron correctamente las preguntas de los demás compañeros del aula. Con la segunda actividad se estimula el desarrollo de la expresión oral y la familiarización en el trabajo con normas internacionales, documentos muy útiles y actualizados.

Tema #4. Transmisiones por engranajes cilíndricos.

Objetivos del tema:

- Caracterizar las transmisiones por engranajes cilíndricos y sus principales deterioros.
- Diseñar transmisiones por engranajes cilíndricos.

Este es uno de los temas más importantes de la asignatura y el más complejo. En la asignatura precedente de la disciplina Teoría de Máquinas y Mecanismos, estudian la geometría y cinemática de los engranajes, por lo que en nuestra asignatura el énfasis está en el cálculo de resistencia del engranaje.

Para motivar el estudio del tema se llevaron ruedas dentadas al aula, algunas deterioradas y se analiza en conjunto con los estudiantes las posibles causas de roturas teniendo en cuenta además los parámetros fundamentales de las mismas. En el desarrollo del debate se detecta que los estudiantes tienen un nivel de partida más bajo que el esperado, por lo que se toman medidas para recapitular algunos aspectos a través de ejercicios y de la autopercepción.

Entre la segunda y la tercera conferencia se realiza una visita al CAI Manuel Martínez Prieto con el objetivo de:

- Familiarizar a los estudiantes con nuestra primera industria.
- Ver aplicaciones reales de los elementos de máquinas estudiados en clases.
- Interactuar con los obreros azucareros.

La visita se realiza luego de concluir la sesión de clases y fue conducida por un obrero del central que les explica el proceso productivo y responde las preguntas de los estudiantes. La actitud de los estudiantes fue inesperada, se mostraron muy impresionados con lo que vieron y manifestaron su deseo de regresar, pues nunca habían visitado un central azucarero. Para recoger las opiniones se realizó un PNI, que arrojó los resultados que se muestran en la Tabla 5.

Como puede verse esta visita motiva aún más el estudio por la asignatura y específicamente por el tema de engranajes que históricamente era un problema. Durante el desarrollo del tema se logra por primera vez que los estudiantes trabajaran de forma independiente en la solución de los problemas de diseño de transmisiones por engranajes, estaba muy arraigada la creencia entre los profesores debían resolver problemas tipo. En este caso los estudiantes llegaron a sus propias soluciones, diferentes entre sí, defendiendo en cada caso su diseño, exponiendo en la pizarra y respondiendo las preguntas de sus compañeros. En este caso el papel del profesor consiste en guiar la actividad y destacar los aspectos técnicos esenciales en cada caso.

Se considera que este es uno de los mayores logros del semestre al demostrarse que los estudiantes son capaces de diseñar solos si se les permite pensar y trabajar de forma independiente luego de las orientaciones del profesor, además el debate que surge entre ellos enriquece mucho la experiencia individual.

Tabla 5- Resultados de la visita al central.

Positivo	Familiarización con el ambiente de trabajo del ingeniero mecánico. Visitar por primera vez un central. Ver en la realidad lo que se estudia en clases. Conocer las dimensiones que pueden tener los elementos de máquinas. Relacionarse directamente con los mecanismos y procesos industriales. Conocer el proceso de fabricación de azúcar. Muy instructivo. Explicación muy buena. Posibilidad de visitar otros lugares fuera de la facultad.
Negativo	El central no estaba funcionando. Visita muy breve. No se visitó todo el central. Tecnología anticuada. El grupo era muy grande.
Interesante	No había conocido el proceso de un central. Los engranajes. El tamaño de los mecanismos. Primera visita a esta industria. Estoy en contacto con la realidad. Aprender un poco más de todo.

4. Conclusiones.

La experiencia aquí descrita es sólo una parte de lo que se está haciendo y lo que se pretende hacer en la asignatura Elementos de Máquinas, con el objetivo de estimular la creatividad de los estudiantes en el área del diseño mecánico.

Las actividades realizadas con el objetivo de estimar el nivel de partida que en cuanto a creatividad tenían los estudiantes nos permite afirmar que:

- Se reflexiona de forma individual y colectiva acerca de las cualidades que debe tener un ingeniero mecánico para asumir un papel transformador en el ejercicio de su profesión.
- Se realiza una primera experiencia en la estimación de la creatividad individual de un grupo de estudiantes, para facilitar el conocimiento de los aspectos que permiten caracterizar a un individuo creativo.

La introducción de las actividades técnico creativas, conjuntamente con el trabajo grupal y con técnicas para la generación de ideas y estimulación de la creatividad, unida a nuevas tipologías de clases en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la asignatura Elementos de Máquinas ha llevado a los siguientes resultados:

- Se motiva el estudio de la asignatura.
- Se eleva el tiempo dedicado al trabajo individual por parte de los estudiantes.
- Se logra que los estudiantes construyan sus propias secuencias de diseño para la solución de un problema.

- Se demuestra que los estudiantes de forma independiente pueden realizar diseños de gran complejidad.
- Se contribuye al desarrollo de habilidades y valores profesionales.

5. Bibliografía.

- 1) Borroto Carmona, G. "Creatividad técnica en la escuela". PROMET. Editorial Academia. La Habana. 1997.
- 2) Borroto Carmona, G. "Un paso hacia la Creatividad Tecnológica en las carreras técnicas, la arquitectura y la ingeniería". X Conferencia Científica de Ingeniería y Arquitectura. ISPJAE. 2000.
- 3) Colectivo de autores. "Los métodos participativos: ¿Una nueva concepción de la enseñanza?". CEPES. Universidad de la Habana. 1995.
- 4) Penagos Corzo, J. C. "Técnicas para la generación de ideas y creatividad". Internet. <http://www.members.tripod.com>. 2000.
- 5) Plan de estudios de la Carrera Ingeniería Mecánica.
- 6) Programa de la Disciplina Mecánica Aplicada.
- 7) Shigley, J. E. "Diseño en Ingeniería Mecánica". 4ª Edición. (3ª Edición en español). Mc Graw Hill. México. 1989.
- 8) UNESCO. Declaración Mundial sobre Educación Superior en el umbral del siglo XXI: Visión y Acción. París. 1998.

Creativity stimulation in Mechanical Engineering students: An experience in Machine Elements discipline.

Abstract

In this paper an experience developed in Machine Elements discipline where the transformation that took place in students due to the introduction of alternative routes within the learning education process is demonstrated, such as the work group and techniques for ideas generation and creativity.

Key words: Creativity, learning process, design, machine elements.