

## Propuesta para incrementar la generación de proyectos de investigación por estudiantes de ingeniería

**F. Arroyo Rodríguez**  
**G. Morales Santiago**

### Sinopsis

*En este trabajo se hace una propuesta para que los alumnos de Nivel Superior generen proyectos de investigación o de desarrollo tecnológico, uniendo las diferentes acciones dentro de la vida académica del estudiante. Por un lado se exponen los resultados obtenidos al convertir la materia de Metodología de la Investigación en eje central de diferentes asignaturas de un mismo semestre dentro del Instituto Tecnológico de Cancún (ITC), y por el otro, se analizan los resultados obtenidos en los últimos años de participación en los concursos de creatividad para finalmente exponer la manera de unir estas dos actividades para alcanzar el objetivo propuesto. Se concluye con los beneficios obtenidos de estas prácticas.*

*Términos clave:* <Proyecto> <proyecto de investigación> <ingeniería> <metodología de la investigación> <enseñanza técnica> <México>

### Abstract

*This work pretends to make a proposal so that the students of Higher education generate research projects or technological development projects linking the different actions in the academic life of a student. On one hand the results obtained when converting the subject Research methodology in the axis of the different subjects in the same semester at the Technological College of Cancun are presented. On the other hand, the results obtained in recent years participating in creativity contests are analyzed, and finally ways to link these activities are presented in order to achieve the objective. This paper ends with the benefits obtained through these practices*

*Key terms:* <Projects> <research projects> <engineering> <research methodology> <technical education> <Mexico>

## Introducción

Los profundos avances tecnológicos y sociales han provocado que las instituciones de educación superior desarrollen nuevas teorías y sistemas de enseñanza que les permitan estar de acuerdo con estos cambios (Moliner).

Las instituciones de educación superior y los profesores que en ellas laboran, deben adoptar políticas y prácticas que alienten el pensamiento creador para dar solución a problemas a resolver (Deckker).

En la ingeniería, las personas creativas deben ser capaces de generar, evaluar y aprovechar ideas para la realización exitosa de un producto determinado (Hi).

La creatividad se puede definir como la habilidad de la inteligencia humana para producir ideas originales y soluciones empleando la imaginación (Court) o también definida como el proceso que habilita a las personas a descubrir ideas nuevas y significativas, la cual es una característica universal del ser humano (Drabking).

Se presupone que todo ser humano posee creatividad (Nevin). La creatividad emplea lo que ya existe y los cambios en las maneras impredecibles que causan un deseo de crecimiento de experiencias que va mas allá de las opciones usuales. Para documentar este proceso creador se han desarrollado varios métodos para generar ideas (Boden). Algunos de los más comunes son: *brainstorming*, pensamiento lateral y otros métodos sistemáticos que preparan la mente del estudiante, posponiendo lo más posible la evaluación final del proyecto con el fin de aumentar el número de ideas (Dasgupta).

Una de las dificultades más grandes en la docencia es la de “enseñar” la creatividad, así como la selección adecuada de técnicas y/o herramientas para lograr esto. Mejorar la creatividad de los estudiantes en los planes de estudio de la carrera de Ingeniería es una habilidad que a menudo se ha encontrado como una tarea difícil. Motivar al estudiante a pensar en una forma creadora resulta un trabajo arduo. En muchos

casos este tiene la preconcepción de que la ingeniería debe ser una actividad intelectual que sólo envuelve el pensamiento deductivo y matemático y por lo tanto se apega a este plan conceptual, lo que no permite la entrada al pensamiento creador (Dekker y Court).

Algunos autores han establecido que hay un camino a seguir: pensamiento, planeación e investigación (Rickards), no obstante, al comparar las actividades que para resolver un problema realizan científicos y diseñadores, se concluye que los primeros resuelven el problema por análisis y los otros por síntesis, es decir, mientras los diseñadores utilizan el pensamiento divergente, lo que significa generar ideas en un proceso libre y creador, los científicos convergen, reuniendo todos los juicios e ideas. Ambos tienen varias fases para proyectar un plan, las diferencias en el pensamiento creador; es decir, el modo como se procesa del plano conceptual a la fase del detalle. Podemos decir entonces que la creatividad no es una actividad mágica, si no que se puede aprender a pensar con creatividad, por consiguiente los métodos para pensar de esta manera deben volverse una herramienta básica de cualquier ingeniero (Lawson).

Ahora bien, algunas Universidades han visto una ruta al éxito académico en las ciencias físicas y matemáticas y por consiguiente en la ingeniería, lo que provoca que los estudiantes con un olfato natural por la creatividad en general tienden a tener éxito más bien en las artes, alejados de los asuntos lógicos y deductivos y por consiguiente de la ingeniería (Hi y Sek).

Debemos sin embargo distinguir entre una persona creadora y una actividad creadora (Hi y SEP DGIT), Una persona creadora es quien esta dispuesta, tiene automotivación, habilidad cooperativa y posiblemente visión artística, mientras que la actividad creadora es fácil de reconocer. Algunos autores la miden con base en aspectos como: calidad, novedad, elegancia, cantidad de ideas generadas y aptitud a propósito de solucionar un problema

Algunos investigadores han tratado de formar una estrategia para el estudio de la ingeniería que proporcione a los estudiantes las herramientas necesarias para fomentar la creatividad (Hudson). Al buscar y operar tales herramientas se podrá entender el cómo y por qué trabajan; la mayoría se basan en suprimir tendencias de análisis crítico. Existen muchas técnicas disponibles que se han usado con éxito para producir ideas nuevas y dar valiosas soluciones.

Entre las más comunes están:

Adaptación  
Análisis morfológico  
Analogía  
Brainstorming  
Empatía  
Fantasía  
Inducción  
Inversión  
Pensamiento lateral  
Perspectiva  
Sustitución  
Reestructuración

De las anteriores técnicas el Brainstorming es el método típicamente adoptado por los académicos que enseñan ingeniería, por ser el que, de modo más fácil, conduce a los estudiantes a desarrollar y generar ideas creadoras. Esta técnica es exitosa porque estimula al cerebro a permitir que las ideas surjan de manera espontánea y fluyan libremente. Nuestro mundo está lleno de ideas prejuizadas que disciplinan el proceso creador; este método, aunque muy sencillo, trata de evitar esta acción de encajonamiento de ideas, no obstante, tiene reglas que es necesario seguir para no llegar a ideas demasiado superficiales (Dasgrupa).

Con éste mismo propósito, el de fomentar la realización de proyectos de investigación y promoviendo al mismo tiempo el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país, propiciando su aplicación en los sectores productivo y social, dentro del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos se crearon los concursos de creatividad, tomándose como el máximo encuentro académico. Estos concursos se

han venido realizando desde 1987, logrando a la fecha un notable incremento en cuanto número de proyectos y tecnológicos participantes. En el ITC ha participado en estos concursos desde 1992 y ha mantenido su permanencia y la calidad de los trabajos presentados (SEP DGIT).

#### Método De Trabajo

Actualmente, por iniciativa de la Dirección del ITC, se ha trabajado con los grupos de los primeros semestres impartiendo cursos propedeúticos como talleres de mapas mentales, brainstorming y de creatividad, para posteriormente pasar a la materia de Metodología de la Investigación (MI) tomándola como eje central de otras asignaturas. Consideremos por ejemplo las asignaturas de la carrera de Ingeniería Electromecánica, que para el 1er semestre son: Probabilidad, Matemáticas I, Química, Dibujo, Metrología y MI (Arroyo y Morales).

Después de proporcionar al estudiante la teoría básica de introducción a los proyectos, dejaremos que trate de solucionar algún problema de su entorno, siendo esto además una de las metas para lo cual están diseñados los Tecnológicos (SEP), mencionando las herramientas que tiene a su alcance, sin perder el perfil de su carrera. Se debe propiciar que el proyecto tenga objetivos y metas alcanzables, aunque también es posible que un buen análisis sobre el estado del arte de algún tema profundo sea un buen trabajo terminal. Es importante que los alumnos poco a poco se den cuenta de todas las carencias que tienen en cuanto a conocimientos, explicándoles que éstos los irán adquiriendo durante el curso de su semestre y/o en los subsecuentes, dejándoles la inquietud por el desarrollo de ese tema en particular para que sea enriquecido con los conocimientos adquiridos en los semestres posteriores.

Durante el desarrollo del proyecto los mismos estudiantes podrán comparar de donde pueden obtener conocimientos para el tema propuesto; puede ser que en algunas asignaturas sólo se puedan integrar 1 o 2 temas del temario, lo cual por sí mismo basta para conocer la importancia de esa asignatura dentro del

plan general de la carrera, y cómo puede influir en el desarrollo de un proyecto.

Es importante proponer a la academia la finalidad de este procedimiento, concertando acuerdos con los docentes involucrados en el semestre dado y trabajando en conjunto para evitar que se pierdan en el camino o se generen fricciones.

Involucrando de esta manera al docente, éste pasa de ser un simple transmisor de conocimiento a un asesor de proyecto, lo que lo motiva también a actualizarse continuamente.

El estudiante a su vez, participa más en sus clases pasando de ser un elemento pasivo a uno activo; ya que además se esfuerza para tener alternativas de solución para su proyecto y se ve en la necesidad de adquirir más conocimientos para solucionar un problema determinado, al mismo tiempo observa los problemas reales y trata de dar solución a estos con ideas nuevas y creativas.

La evaluación parcial puede obtenerse al revisar el avance del proyecto calificando: estado del arte, planteamiento claro de los objetivos y metas, metodología a emplear, cronograma y que el aspecto financiero sea congruente con las metas y objetivos planteados.

Al mismo tiempo, no debemos olvidar el incluir aspectos como: Contribución técnica, impacto socioeconómico, usuarios de la investigación, productos esperados, mecanismos de transferencia considerados, grupo de trabajo *ad hoc* a las necesidades del proyecto donde se involucren docentes y alumnos de semestres más avanzados, y la formación de recursos humanos con el fin de titular a más alumnos por medio de la opción "Participación en proyectos de investigación".

#### Resultados Obtenidos

Al tomar la Metodología de la Investigación como materia Integradora en 3 grupos de diferentes carreras se obtuvieron los siguientes resultados:

Al existir la libertad de escoger el tema de su proyecto, los estudiantes no lo tomaron como imposición por lo que la creación de ideas fue más

favorable que en el caso de proponerles algún tema específico. Realizaron excelentes proyectos, aunque algunos de ellos sólo pudieron desarrollar el estado del arte debido a la complejidad del proyecto en sí.

En el aspecto de investigación se ha visto un incremento tanto de las propuestas como en los proyectos ya financiados. En 1995 se tenía 1 proyecto, en 1996 se tenían 3, en 1997 se lograron 10, en 1998 fueron 12 los aprobados y en 1999 son ya 15 los proyectos financiados, esto debido a la gran participación de los docentes y alumnos y la motivación que éstos generan en la comunidad académica.

De la participación en los Concursos de Creatividad se han obtenido los resultados siguientes: Los estudiantes adquieren, además de los conocimientos, mayor confianza, y seguridad; al mismo tiempo se incrementan sus calificaciones durante el transcurso de su carrera. Hasta el momento el 100% de los alumnos que participan en estos concursos se han titulado y después de hacer un seguimiento se ha visto que logran destacar en su vida profesional.

Por su parte, los docentes adquieren cierta posición dentro de la comunidad académica, misma que se incrementa en caso de obtener algún premio. Gracias a la difusión en todos los medios, los estudiantes y profesores involucrados en estos concursos han obtenido una buena imagen en la comunidad. Al mismo tiempo se ha establecido una buena vinculación con el medio dada la incorporación de asesores, jurados, e instructores externos en las diferentes áreas del concurso, así como de la comunidad educativa con el sector productivo mediante las diferentes cámaras de sectores tanto de productos como de servicios (Canaco, Canacindra, Nafinsa). Algunos de los proyectos generados en el ITC han sido un detonante para la creación de empresas realizadas por estudiantes dentro de los programas EMPRETEC y DESEM, los cuales han sido muy bien vistos por la comunidad.

No obstante en el desarrollo de 2 Concursos se pensó que el obligar a los docentes y por ende a los

alumnos a la participación en éstos en su fase Local se incrementaría el número y la calidad de los proyectos presentados; sin embargo sucedió todo lo contrario, al forzar a la participación de alumnos y docentes, estos se desmotivaron, creando una mala imagen en ese periodo al presentar proyectos pobres en cuanto a contenido y exhibición, por lo que nuevamente se permitió que esta participación fuera libre y el Concurso volvió a tener la imagen anterior.

A pesar que existen excelentes proyectos con mucha creatividad, no han sido rentables, y a pesar de los esfuerzos realizados no se ha podido pasar del Concurso de creatividad en alguna de sus fases a la siguiente etapa. Solo se ha logrado trabajar del programa de DESEM o EMPRETEC a la simuladora empresarial y posteriormente a la incubadora de empresas.

De manera general, ambas acciones han servido para crear un lazo de unión académico y afectivo entre el alumno y el docente, existen mas asesorías y en caso de que el proyecto se haga en grupo se genera un espíritu de trabajo en equipo. Los lazos estudiante-estudiante se incrementan, y mantener a los estudiantes ocupados en actividades académicas como en esta, evita que los alumnos generen problemas dentro de la Institución.

Durante las asesorías, el docente actualiza sus conocimientos al acercarse a los centros de producción, y junto con los estudiantes se retroalimentan con nuevas experiencias.

Se establecen también lazos afectivos entre estudiantes, docentes y el grupo de expertos externos que asesoran o dan opiniones de los proyectos, mismos que más adelante se transforman en importantes fuentes de trabajo para los egresados.

Los alumnos y profesores se familiarizan con la labor de búsqueda de información (investigación), tanto por los medios modernos (Internet, etc.) como por los tradicionales, lo que después se vuelve un acto cotidiano (Arroyo y Herrera).

#### Propuesta

El planteamiento formulado es: unir los proyectos generados por la asignatura Metodología de la Investigación a los entregados a los concursos de creatividad como se muestra en la fig. 1 (con líneas punteadas) permitiendo además que exista un banco de proyectos para ser retomados o enriquecidos por alumnos que inicien con la materia, (puede ser motivante tener algún proyecto interesante ya iniciado) o por los alumnos que pasen a los subsecuentes semestres, para que continúen el proyecto enriqueciéndolo semestre a semestre, para que una vez que este bien cimentado, lo sometan a evaluación en los Concursos de Creatividad, y si es un proyecto rentable, pase a EMPRETEC o DESEM, en caso de ser un proyecto potencial de investigación o de desarrollo tecnológico para desarrollarse en el Instituto y posteriormente servir de trabajo de titulación.

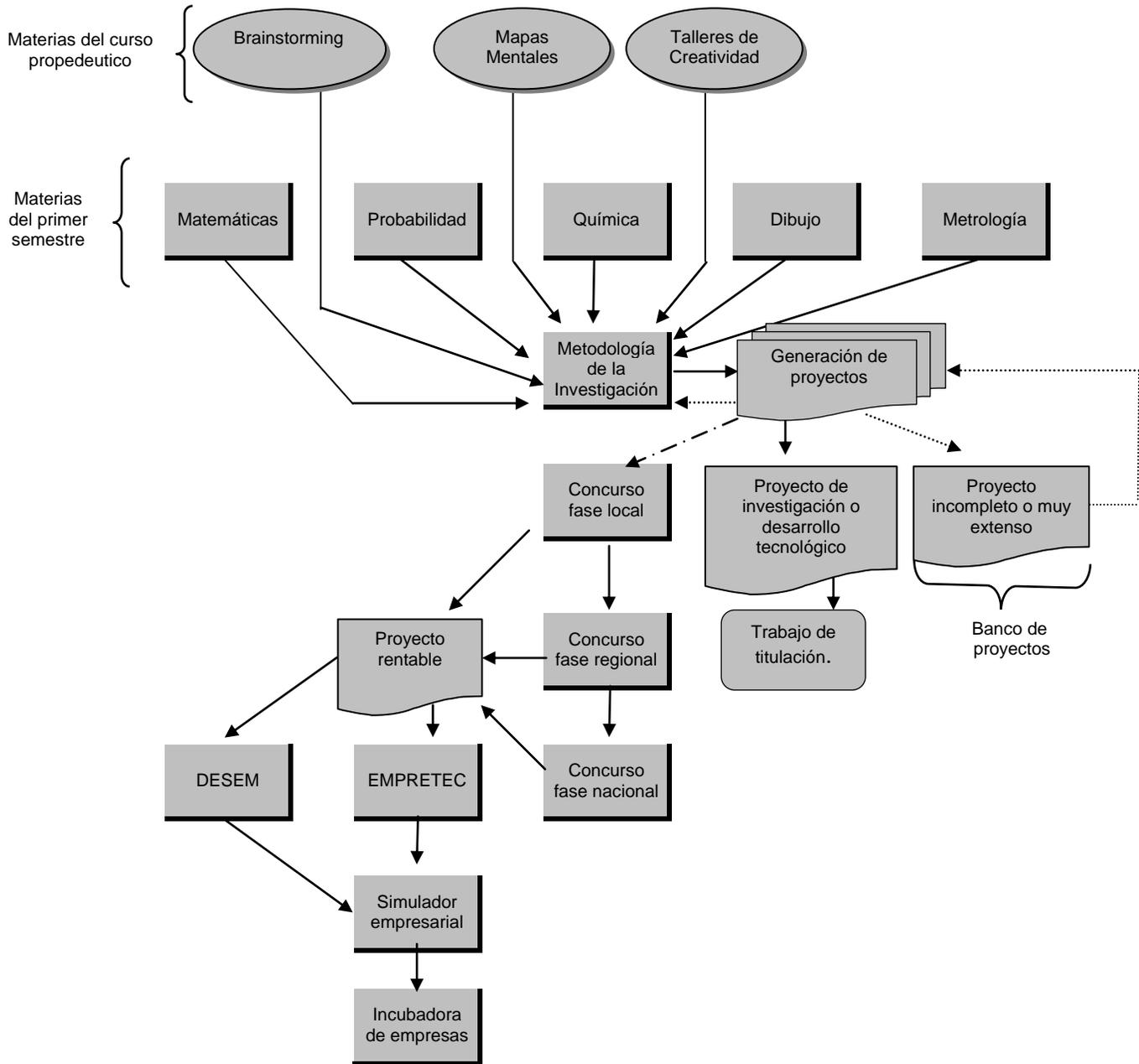


Fig. 1 Diagrama propuesto para la generación de proyectos por los estudiantes.

#### Conclusiones

Si al aplicar las diferentes acciones mencionadas en el presente artículo por separado se obtienen buenos resultados, se espera que al unir las éstas sean aun más satisfactorias.

De los proyectos de investigación pueden generarse, ya sea innovaciones a las tecnologías de producción ya existentes, o bien nuevos productos y servicios, que a su vez pueden derivar en empresas,

que además de innovadoras, sean rentables y beneficien a la comunidad dando solución a problemas reales.

#### Agradecimientos

Al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica por el apoyo obtenido en la elaboración de este artículo.

### Referencias

- Arroyo, F. y Herrera, M. (1999). Experiencias del proceso enseñanza- aprendizaje a través de los concursos de Creatividad. XXIII Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería A. C. Monterrey N.L. México.
- Arroyo, F. y Morales, G. (1999). Metodología de la investigación como eje central de otras asignaturas. XXIII Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería A. C. Monterrey N.L. México.
- Boden, M. (1994). Agents and creativity, Communications of the ACM. Estados Unidos.
- Buzan, T. (1993). Como utilizar su mente. (Use your Both Sides of your Brain). Bilbao, España: Deusto.
- Buzan, T. (1996). El libro de los mapas mentales. (The Mind Map Book). Barcelona, España: Urano.
- Court, A. (1998). Improving creativity in engineering design education. Citation: European Journal of Engineering Education. Reino Unido: Carfax Publishing Co
- Chaplin, R. (1992). Teaching creativity in engineering. 14th Annual Design Seminar on Creativity in Engineering Design-SEED '92. Gran Breteña: Cambridge University.
- Dasgupta, S. (1996). Technology and Creativity. Reino Unido: Oxford University Press.
- De Bono, E. (1997). El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas. (Serious Creativity. Using the Power of Lateral Thinking to Create New Ideas). México: Paidós.
- De Bono, E. (1998). Seis Sombreros para Pensar. (Six thinking hats). Barcelona España: Granica.
- Dekker, D. (1995). Engineering design processes, problem solving and creativity, IEEE Frontiers in Education Conference. Estados Unidos.
- Drabking, S. (1996). Enhancing creativity when solving contradictory technical problems, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. Estados Unidos. New York, ASCE
- Nevin, N. (1994). Ingeniería creatividad e ingenio. (Engineering creativity-doctum ingenium). Canadá: Periódico Canadiense de Ingeniería Civil (Journal of Civil Engineering).
- HI. C. (1993). Managing Engineering Design. London, Reino Unido.
- Hudson, L. (1967). Contrary Imaginations. A Psychological Study of the English Schoolboy. Pelican Books.
- Lawson, B. (1980). How Designers Think (London, Architectural Press). New York, Estados Unidos.
- Molinero, A. (1996). Discernimientos del Genio: Ingeniería y creatividad en ciencia y arte. New York, Estados Unidos: Ed. Copernicus
- Rickards, T. (1990). Creativity and Problem Solving at Work. New York, Estados Unidos.
-

Scheele P. (1997). El Talento Natural. (Natural Brilliance). Barcelona, España: Urano.

Sek, P. (1996). Bringing creativity to the pursuit of quality. Annual Quality Congress Transactions. Estados Unidos: Milwaukee. ASQC.

SEP DGIT (Secretaría de Educación Pública–Dirección General de Institutos Tecnológicos. (1994). Instructivo del Concurso Nacional de Creatividad de los Institutos Tecnológicos. 4ª. Edición. México.

SEP. Subsecretaria de Educación e Investigación Tecnológicas. (1992) Evaluación de la Educación Superior Tecnológica. Informe de Resultados. México.