

TIPOS DE CONOCIMIENTOS QUE USA EL MÉTODO DE LA INGENIERÍA, EN LOS PROYECTOS DE FIN DE CARRERA

TYPES OF KNOWLEDGE USED BY THE ENGINEERING METHOD IN FINAL DEGREE PROJECTS

José Antonio Aquino Robles

Universitat Oberta de Catalunya, España
jaquinor@uoc.edu

Cecilia Fernández Nava

IPN / Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, México
cfernandezn@ipn.mx

Leonel Corona

IPN / Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, México
lcoronaramirez@hotmail.com

Recepción: 5/enero/2026

Aceptación: 26/abril/2026

Resumen

Este trabajo inicia, pormenorizando varios conceptos del método de la ingeniería de diversos y reconocidos autores que han escrito libros del tema. Además de ello, se precisan otras definiciones inherentes al quehacer y deber ser de la ingeniería. Así mismo este método se compara con el método científico y la labor suplementaria que éste desempeña, en el ejercicio de la ingeniería. Partiendo de lo anterior, se hace un fuerte hincapié en descifrar y comparar, la importancia de los diversos cuerpos de conocimientos que ha empleado en el pasado, y que emplea actualmente la ingeniería. Todo ello en el contexto de su desempeño, mismo que implica el uso de diversos criterios de evaluación que podrían presentarse, durante la presentación de un proyecto de ingeniería. Con el objetivo de preparar una buena defensa y mejorar la elaboración de los proyectos de fin de carrera para su presentación ante un jurado.

Palabras Clave: Cuerpos de conocimiento en ingeniería, criterios de evaluación, método científico, método de la ingeniería, defensa de proyectos de fin de carrera.

Abstract

This paper begins by detailing several concepts of the engineering method from various and renowned authors who have written books on the subject. In addition, other definitions inherent to the work and mission of engineering are needed. Likewise, this method is compared to the scientific method and the supplementary work it performs in the practice of engineering. Based on the above, a strong emphasis is placed on deciphering and comparing the importance of the various bodies of knowledge that engineering has used in the past and currently uses. All of this is within the context of their performance, which involves the use of various evaluation criteria that may arise during the presentation of an engineering project. With the aim of preparing a good defense and improving the development of final degree projects for presentation before a jury.

Keywords: *Bodies of knowledge in engineering, defense of final degree projects, engineering method, evaluation criteria, scientific method.*

1. Introducción

En los libros de texto, que describen el “por qué y el para que” de la ingeniería como profesión, cuyo título, en la mayoría de los casos es “Introducción a la Ingeniería” [González, 2023; Grech, 2021; Krick, 2018; Terán, 2019; Wright, 2017] o algunos otros añadiendo al título “una introducción al proceso de diseño en ingeniería”, como son los casos de Cross [2018], Dym [2018], Ulrich [2018]. Todos ellos refieren entre otros temas más, “el método de la ingeniería”. Sin embargo, algunos autores remarcan otro concepto, conocido como “el proceso de diseño en ingeniería”. Ahora bien, al compararse ambas lecturas, el método de la ingeniería es equivalente al proceso de diseño en ingeniería. Algunos más se decantan por describir mayormente el diseño de productos de ingeniería, como las últimas tres referencias citadas anteriormente y otros más se decantan por describir con mayor importancia los pasos del método de la ingeniería como García [2007], Sobrevila [2015]. Finalmente, los hay quienes explican con mayor detalle el porqué y el para que de la estructura de las mallas curriculares en las carreras de ingeniería [Aquino, 2024; González, 2023].

Sea de un modo o de otro, durante la explicación de estos procesos, también enfatizan el tipo de conocimiento empleado por la ingeniería, una vez determinados los pasos de dicho método muy bien detallados por García [2007].

A ese respecto también los autores de esos libros de introducción a la ingeniería; la definen a la misma, desde varias perspectivas, ya sea tanto como profesión, así como considerándola un aspecto de la actividad social; y la forma como se relaciona todo lo anterior con los diversos cuerpos de conocimiento; que la ingeniería emplea y los objetos sociales que impacta. En este último aspecto es el que se centra la actividad investigadora de este artículo, fundamentado por el hecho de que el estudiante de ingeniería pueda discernir la naturaleza de su Proyecto de titulación, siendo que este podría ser de corte científico o tecnológico, y con ello saber orientar los criterios con que son evaluados estos mismos, de acuerdo con Aquino [2010].

Con todo esto, en este trabajo se discutirá ampliamente esta problemática comparando entre sí, a los cuerpos de conocimiento empleados y dándoles su peso específico cada cual de forma estratégica. Buscando con ello poder presentar la defensa idónea de los proyectos de fin de carrera, tanto para obtener el título profesional, como para su defensa como unidad de aprendizaje. Haciendo buen uso del conocimiento a priori, de los criterios evaluación que suelen utilizar los miembros de los jurados también conocidos como tribunales de evaluación.

2. Métodos

Esta investigación documental se realizó bajo el esquema deductivo, buscando con ello partir de lo general para llegar a conclusiones específicas. Encontrado un amplio campo de investigación, en los cuerpos de conocimiento con los que trabaja el método de la ingeniería y una vez analizados. Se dispuso a crear conocimiento para saber defender los proyectos de fin de carrera, aun cuando los criterios de evaluación de parte del jurado sean utilizados indiscriminadamente. Todo ello con el propósito de que el estudiante de ingeniería, algunas veces encandilado por la ceguera de taller, conozca la naturaleza extrínseca de su proyecto y sepa cómo defenderlo ante un jurado evaluador, que podría estar compuesto de profesionales interdisciplinarios que emplean criterios de evaluación diversos.

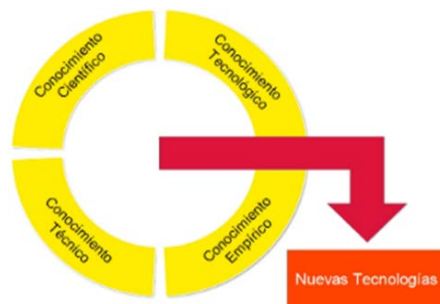
En contexto con lo anterior Terán [2019], define a la ingeniería en su relación con diversos cuerpos de conocimiento y los objetos sociales de la siguiente forma: -“Es la síntesis de conocimientos de varias ciencias y disciplinas que sirven para realizar modelos matemáticos de secciones definidas de la realidad, la cual en conjunto con conocimientos más o menos empíricos y no sistematizados de diversas técnicas y prácticas sociales, tiene el objetivo de resolver problemas de la sociedad y sus individuos, minimizando el esfuerzo y los costos de todo tipo”.

Por su parte Grech [2021], define a la tecnología como producto de la ingeniería como “el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permite diseñar y crear bienes y servicios que faciliten la adaptación al medio ambiente”. Sin embargo, debe recalcar que no siempre se parte de conocimientos tecnológicos, técnicos y/o científicos para crear tecnología. Debido a ello, se debe considerar seriamente la intervención de cuerpos de conocimiento infravalorados en la actualidad, pero en muchas ocasiones esenciales para la intervención de la ingeniería, como lo es el conocimiento empírico, el conocimiento técnico, el conocimiento de manuales y normativas; incluso la experiencia misma. En esa misma postura, la técnica o los conocimientos técnicos pueden definirse como el conjunto de reglas para construir algo, según refiere García [2007]. Por ejemplo, la tecnología de construcción reúne todos los conocimientos, procesos y reglas que se han seguido para levantar edificios, puentes etc. Por su parte la tecnología de los alimentos reúne, lo que la humanidad sabe para producir alimentos deshidratarlos, conservarlos, almacenarlos y la logística para distribuirlos.

Se ha de manifestar por tanto que la tecnología como proceso articula diferentes cuerpos de conocimientos para la generación de otras tantas tecnologías, Figura 1. Por tanto, se puede entender por ciencia “al conocimiento adquirido por la observación, interpretación, explicación teórica y posterior verificación de los fenómenos naturales” [Aquino, 2009]. En esa misma tesitura, a lo largo de la historia de la humanidad, han existido ingenieros, conocidos antiguamente como artífices, siendo estos seres humanos que han dedicado sus vidas a transformar la naturaleza, con el fin de mejorar las condiciones de vida de sus semejantes, en las diferentes eras que ha transitado la humanidad. Por ello, para ser ingeniero es necesario

poseer algunas habilidades características de esa profesión, mismas que se enlistan y definen:

- **Creatividad:** la cual de acuerdo con Dym [2018], González [2023], Grech [2021], Krick [2018], y Terán [2019], es una de esas habilidades de las que más insisten en el mundo moderno y que constituye una de las mayores preocupaciones de los países avanzados. En principio todos nacen con capacidad creativa, lamentablemente, a veces incluso el propio sistema educativo se encarga, con cierta frecuencia de impedir que se desarrolle ampliamente, o lo inhibe en aras de introducir una solidaridad uniformadora, en vez de incentivar a ciertas personas con habilidades naturales a ir por más. Finalmente se define como aquella capacidad natural o aprendida, para encontrar soluciones divergentes o convergentes a problemas o retos.



Fuente: [García, 2007].

Figura 1 La tecnología como proceso.

- **Habilidad analítica:** la cual nos sirve para poder descomponer un todo en sus partes, establecer relaciones entre éstas constituye otro de los activos fijos más importantes de cualquier ingeniero [Krick, 2018; Ulrich, 2018; Wright, 2017].
- **Sentido práctico:** el hecho de ser pragmático en saber elegir entre varias soluciones, la más adecuada, la más idónea para la ocasión (No necesariamente lo mejor de lo mejor) [Aquino, 2009; Cross, 2018].

A diferencia del científico, cuya búsqueda es la creación de conocimiento, el ingeniero se mueve en una realidad tangible y cuya búsqueda más bien, es la

solución más pertinente, a un problema dado con evidentes restricciones; estas las más de las veces son el tiempo de ejecución y el dinero que cuesta la solución, o ambos, mismos que provocan que el método de la ingeniería tenga diferentes propósitos que el método científico [García, 2007], Figura 2.



Fuente: [García, 2007].

Figura 2 Persiguiendo objetivos bien diferenciados.

Además de lo anterior, un ingeniero debe ser consciente de su inclusión en la sociedad y que ésta tiene normas que deben cumplirse, estándares éticos que muchas veces están por encima de los reglamentos o leyes de los países. Hay situaciones en que una solución técnica excelente, no es la más aconsejable cuando el impacto negativo de la misma recae sobre grupos de población permanentemente en estado de subdesarrollo. El ingeniero, por tanto, debe tener muy en cuenta los factores sociales al seleccionar una solución [Cross, 2018].

En este contexto, Aquino [2009], Grech [2021] y específicamente en su libro Wright, [2017] redactan todo un capítulo explicando el método de la ingeniería, el cual puede enumerarse mediante los siguientes pasos:

- Identificación y definición del problema
- Establecimiento de los criterios para escoger la mejor solución, así como las restricciones o limitaciones que se deben cumplir.
- La recopilación de la información necesaria
- Generación de la mayor cantidad de soluciones posibles
- Análisis y descarte de las soluciones que no son viables o factibles
- La evaluación y la selección de la solución preferente
- Especificaciones de la solución elegida para su producción y manufactura
- Comunicación escrita sobre la solución elegida.

A lo largo de todo este proceso estarán presentes tanto de forma patente, latente y subyacente Los procesos tecnológicos y científico que de acuerdo con García [2007], pueden explicarse de la siguiente forma:

La ciencia es equiparable a la ingeniería en cuanto ambas son formas organizadas del conocimiento, aunque sus fines son distintos. La ciencia persigue la explicación y predicción, mientras que la ingeniería toma los conocimientos existentes y de cualquier tipo para procurar la transformación controlada y exitosa de una realidad [García, 2007].

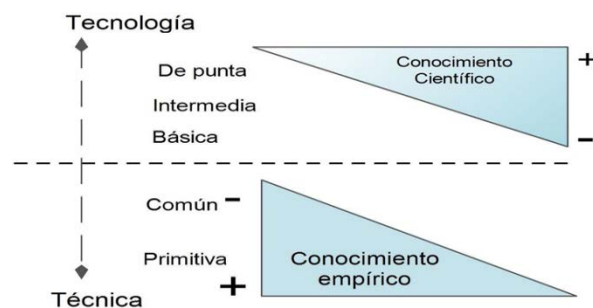
Mientras la ciencia desea saber el porqué, por consiguiente, busca la precisión conceptual y teórica para comprender y explicar la realidad, en ella los modelos, las leyes y teorías han de referir con la mayor certeza posible el mundo. La ciencia por tanto es conocer para explicar. En contraparte la ingeniería desea saber cómo actuar, su preocupación primordial es la producción de elementos materiales, conceptuales o procedimentales, para proveer bienes o servicios que, de manera confiable y cubriendo ciertos requisitos sociales y económicos satisfaga a un individuo, grupo o sociedad; por tales hechos los proyectos científicos y los proyectos tecnológicos, deben evaluarse con criterios claramente diferenciados.

Sin embargo, durante el proceso o método de la ingeniería ocurre una constante búsqueda y manejo de información de los siguientes tipos:

- Conocimiento técnico. El cuál es el conjunto de indicaciones más o menos precisas y concretas, no necesariamente suficientes y necesarias, que indican los pasos y recursos para realizar una tarea o actividad determinada. En general, no posee un fundamento científico o teórico en relación con su razón de ser y si lo hay se desconoce o no se necesita para su ejercicio. Un conocimiento técnico incluye acciones que tienen una validez, a partir de haber sido obtenidas y probadas mediante la práctica continua, en ámbitos o tareas específicas; por ejemplo, engrasar una máquina, alimentar a un enfermo, cargar algo, pintar un muro, pagar impuestos, etc. Básicamente son producto del ensayo y error en ámbitos particulares y con ciertos recursos y condiciones. Aun cuando también suelen tener su origen en el conocimiento tecnológico ofrecen limitaciones para su aplicación a otros campos o ámbitos

ajenos al que fueron generados [García, 2007].

- Conocimiento tecnológico. Se estructura de información de carácter operativo o ejecutable, la cual posee una sólida fundamentación científica y refiere de manera precisa y detallada las acciones, los recursos y los requerimientos que promueven el tránsito de un estado actual, a un estado deseable o favorecen la generación de un bien, satisfacción de una necesidad o la prestación de un servicio. Información disponible en manuales o instructivos [García Córdoba, 2007].
- Conocimiento científico. El cual constituye la información fundamental para el proceso y corresponde a datos racionales, explicativos, metódicos, sustentados y objetivos que explican la realidad; son generalizaciones o abstracciones relativas a los hechos (naturales y sociales), cuya pretensión es la conformación de leyes universales, cúmulo de conocimientos al que llamamos ciencia.
- Conocimiento empírico. El cual es un saber individual y personal, no necesariamente racional, de carácter intuitivo, válido desde el punto de vista del sujeto o grupo de sujetos que comparten la misma experiencia, no necesariamente es producto de un proceso racional, experimental o sistemático, ha tenido relativo éxito y por eso se conserva y en ciertos casos proporciona información y experiencia insustituible [García, 2007].



Fuente: elaboración propia.

Figura 3 Cuerpos de conocimiento que emplea el método de la ingeniería.

Respecto a la forma en que el método de la ingeniería requiere de la conjunción de estos cuerpos de conocimiento se expresa gráficamente en la Figura 3. En donde

se observan, tanto al conocimiento científico, como al conocimiento empírico en ambos extremos, sirviendo como enlace entre ellos tanto el conocimiento técnico como el conocimiento tecnológico [Aquino, 2010].

3. Resultados

En relación con lo anterior, en diversas unidades académicas tanto del Instituto Politécnico Nacional, como en la Universidad Autónoma Metropolitana, entre otras más, existe la asignatura o asignaturas conocidas como Proyecto de Fin de Grado o Proyecto de fin de carrera, Trabajo Terminal, Proyecto Terminal, Trabajo de fin de grado, algunas veces dividida en dos semestres o en uno solo [Aquino, 2017]. Dependiendo de la complejidad y de las intenciones con las que se haya diseñado el plan de estudios o malla curricular [Aquino, 2024]. Las instituciones utilizan este medio para dotar y pulir las habilidades del alumnado, al evaluar las propuestas de ellos mismos, así como su capacidad para el desarrollo y cierre efectivo de proyectos. Aunado a lo anterior otras instituciones como las que tienen carreras interdisciplinarias, utilizan este medio para crear interdisciplinariedad y así mismo evaluar el nivel alcanzado tanto en los alumnos como en los proyectos que van desarrollando [Aquino, 2024]. Ello considerando que sí la rama de la ingeniería interdisciplinaria apenas inicia, su nivel de sinergia interdisciplinaria, probablemente estará transitando de lo multidisciplinar a lo interdisciplinar, pero si ya tiene cierta madurez, seguramente su nivel estará transitando de lo interdisciplinar a lo transdisciplinar, de acuerdo con Aquino [2024].

Ahora bien, dependiendo de quien proponga el proyecto en específico, Profesores-Investigadores o los estudiantes de ingeniería, en cualquiera de los casos, se enfrenta a la realización de dos tipos de proyectos bien diferenciados, como lo manifiesta Aquino [2017]; habiéndolos del tipo científico-experimental y de naturaleza tecnológica, pudiéndose subdividir los de naturaleza científico experimental, en diversos géneros, al igual que los proyectos de corte tecnológico. Evidentemente en los proyectos de tipo científico experimental tendrá una especial inclinación a utilizar de forma abundante, tanto el cuerpo de conocimiento y el método científico por antonomasia.

En contra parte como se mencionó anteriormente y se detalló en la Figura 1, el proceso tecnológico necesita de más cuerpos de conocimiento pudiendo utilizarse uno mucho más que cualquiera de los otros tres, en las diversas etapas del método de la ingeniería. Por tanto, esto nos lleva a una serie de precisiones necesarias para poder ayudar a quienes defiendan su Proyecto de fin de grado o carrera o Tesis en cuanto a su presentación ante un jurado diverso, compuesto tanto de especialistas en las áreas científicas y/o tecnológicas, mismos que se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1 Lista de precisiones para la defensa de tesis.

No.	Precisiones necesarias
1	Reconocer la naturaleza del proyecto (científico o tecnológico) y diferenciarlo de otros más. Tener presentes las semejanzas y diferencias
2	Identificar los cuerpos de conocimiento, que se utilizan en la realización del proyecto.
3	Anticipar las posibles preguntas, de acuerdo con la naturaleza del jurado evaluador.
4	Adquirir la seguridad de lo que se hizo y como se hizo, y con ello orientar o reorientar preguntas que pudieran estar fuera de lugar.
5	En caso de enfrentarse a una pregunta con criterio científico en un proyecto de carácter tecnológico, valdría la pena mostrar los objetivos del proyecto y con ello desviar la acometida, mostrando por qué no es válida dicha cuestión, en caso de que así fuera.
6	En caso contrario al ver una pregunta de carácter tecnológica, realizada en un examen de un proyecto científico experimental, es recomendable mostrar los objetivos del proyecto y con ello demostrar la inviabilidad de dicho cuestionamiento.

Fuente: elaboración propia

Debe considerarse seriamente que un proyecto científico-experimental. Podría en algunos casos llegar a la hipótesis fallida, o en caso de que fuera una hipótesis confirmada o exitosa. La implementación de esta podría ser inviable en lo técnico o en lo económico. Por tanto, los criterios de evaluación también deben ser explicados a los alumnos de manera tal que puedan entender, y en su caso rebatir una pregunta de carácter diferente al tipo de proyecto presentado. En esta tesitura, los criterios de evaluación científica, enlistados por García [2007] y discutidos en Aquino [2010] orbitan alrededor de los puntos enlistados en la Tabla 2.

En cuanto a los criterios de evaluación tecnológica, estos por lo general no proceden de lo científico. Sí partimos del supuesto que la investigación tecnológica beneficia a los sectores de extracción, transformación, energía y servicios, por tal razón está relacionada con:

- La productividad misma.

- Los beneficios relacionados con la productividad.
- Los efectos de la productividad.

Tabla 2 Lista de criterios de evaluación científica.

No.	Criterios de evaluación científica
1	Respecto a la revisión de los trabajos previos...hay que considerar si son recientes, pertinentes y sobresalientes
2	El problema ¿se expresa claramente?, ¿Está vinculado con los trabajos previos?, ¿son originales y relevantes?, ¿poseen un sustento teórico y conceptual?
3	A cerca de la hipótesis ¿Se expresa claramente?, ¿Se basa en lo teórico?, ¿es original? ¿el procedimiento para la prueba es acertado?, ¿Posee sustento teórico y conceptual solido?
4	¿Lo teórico es coherente y lógico?, ¿Posee referencias actualizadas?
5	¿Expresa claramente como se hará la investigación?, ¿Permite someter la hipótesis a prueba?
6	Respecto a la muestra (en caso de que esto aplique), ¿es representativa de la población y significativa?, ¿se seleccionó adecuadamente?
7	Respecto a los resultados ¿son los esperados a partir de los procedimientos seguidos?, ¿son compatibles con los de otros trabajos similares?, ¿son procesados correctamente? ¿responden a la hipótesis planteada?, ¿son relevantes para el campo de conocimiento al que pertenecen?
8	En relación con el trabajo en su conjunto ¿existen sesgos o predisposiciones?, ¿cuáles con los puntos fuertes o débiles?, ¿Qué mejoras requieren?
9	Y por último ... ¿se señalan las limitaciones del trabajo?, ¿se justifica la importancia del estudio?, ¿Se explican los supuestos del trabajo?

Fuente: elaboración propia

Categorías en que se agrupan los criterios de lo tecnológico:

- La calidad del planteamiento:
 - ✓ ¿El problema es producto de un buen diagnóstico?
 - ✓ ¿La investigación que se requiere es viable?
 - ✓ ¿Los objetivos son claros?
 - ✓ ¿Presenta fundamentos sólidos?
 - ✓ ¿Refleja un conocimiento del estado de la cuestión?
 - ✓ ¿Incorpora en su planificación? El plano de investigación. Datos de su implementación. Las repercusiones.
 - ✓ Incluye en una visión global. Recursos, infraestructura, normatividad vigente, repercusiones, involucrados en el desarrollo, costos, tecnología existente y disponible.
 - ✓ Qué tipo de conocimientos fundamentan el trabajo. Científicos, tecnológicos, técnicos, empíricos [Aquino, 2010].
 - ✓ ¿Qué tipo de recursos emplea la investigación?

- ✓ Reciclados o materiales existentes. Requiere recursos no disponibles. Requiere de la generación de nuevos recursos.
- ✓ ¿Cuál es la experiencia del investigador o equipo de investigación?
- ✓ Consolidado o en formación. Con instrucción en el área. Inicia en la investigación. Sin instrucción.
- ✓ ¿A qué tipo de necesidades responde?
- ✓ Particulares, locales, regionales, sector industrial, nacionales, internacionales.
- ✓ ¿Se desarrolla con participación?
- ✓ Internacional, nacional, regional, institucional.
- Aportaciones al conocimiento:
 - ✓ ¿Genera conocimiento original?
 - ✓ ¿Es transferible a otras aplicaciones o campos?
 - ✓ ¿Qué tipo de conocimiento genera? Científico, tecnológico, técnico.
 - ✓ ¿En qué ámbito? Procesos, maquinaria, herramientas, artefactos, Condiciones de trabajo, organización del trabajo.
- Beneficios prácticos:
 - ✓ ¿Los beneficios son: cuantitativos o cualitativos?
 - ✓ ¿Qué perspectivas económicas ofrece? Altamente provechosas, provechosas, rentables, no rentables, imprecisas, no las ofrece.
 - ✓ ¿Cuál es el impacto social? Individual, pequeño grupo, colectividad, gremio, sector empresarial, sociedad, género humano.
 - ✓ ¿Qué dimensiones empresariales? Micro, pequeña, mediana, grande, nacional, trasnacional.
 - ✓ ¿Cuál es la modalidad de la mejora? Invención, diseño, innovación.
 - ✓ ¿Cuál es la trascendencia? Empresa particular, local, regional, sector industrial, nacional, internacional.
 - ✓ ¿Cuál es el tipo de recursos que se emplean en su implementación?: Reciclados, materiales existentes, requiere recursos no disponibles, y la generación de nuevos recursos [García, 2007].

- ✓ ¿Cuáles son los ámbitos que afecta? Económico, industrial, laboral, social ecológico, conocimiento, cultural, otro.
- ✓ ¿Cuál es la posibilidad de demanda? Consumidores cautivos, nivel empresarial, local, regional, sector industrial, nacional, internacional.
- ✓ ¿Permite la preservación de Medio, recursos naturales, fuentes de empleo, infraestructura nacional o trasnacional?
- Eficiencia y eficacia:
 - ✓ ¿A qué tipo de necesidad responde?: Urgente, básica, próxima creada, ¿de confort?
 - ✓ Responde de manera: Oportuna, con retraso, extemporánea.
 - ✓ Ofrece una respuesta: Real, parcial, inviable.
 - ✓ ¿Cuál es la vigencia de la solución? Definitiva, temporal, efímera.
 - ✓ ¿Compatibilidad con el medio en que se desarrolla? Pertinente a la tecnología disponible, acorde con la normatividad vigente, corresponde a la cultura, apropiado al medio social, corresponde al nivel económico.
 - ✓ Las posibilidades de implementación son: Reales, la solución requiere adecuaciones, presenta serias complicaciones, improbables.
- Repercusiones en el medio [García, 2007]:
 - ✓ Las posibilidades de contaminación son: Altamente significativas, negativas no contaminante, ofrece beneficios, ofrece altos beneficios al medio.
 - ✓ Las dimensiones de la contaminación son: Empresa particular, local, regional, sector industrial, nacional, internacional.
 - ✓ El ámbito de contaminación es: Agua, tierra, la atmosfera.
 - ✓ La repercusión a nivel personas es: Individual, pequeño grupo, colectividad, gremio, sector empresarial, Sociedad, género humano.
 - ✓ ¿Qué tipo de energía requiere?: Renovables, no renovable, limpia.

4. Discusión

Cuando los criterios de evaluación se aplican indiscriminadamente, se corre el riesgo de inhibir el desarrollo de aquellos que se encuentran en desventaja, (por no

conocer con qué tipo de criterios, se debe evaluar su propio trabajo de fin de grado), ello debido a que:

- No se puede medir con la vara científica, un logro tecnológico, por muy científico que esto parezca.
- Y tampoco puede medirse con la vara tecnológica, alguna aportación científica, porque entonces probablemente saldrá decepcionado [García, 2007].

Sin embargo, nos encontramos en una etapa del conocimiento universal en el que los proyectos tecnológicos tienen un alto contenido científico, y en contraparte los proyectos científico-experimentales o científico-teóricos requieren también de una amplia infraestructura tecnológica, para llevar a cabo ensayos, experimentos o mediciones.

Por lo anterior, es menester que los estudiantes de ingeniería identifiquen muy bien los objetivos de sus trabajos, ya que en estos radica la principal salida a preguntas, que en un momento dado los puedan poner en situaciones difíciles, ya que es muy posible que les hagan preguntas basadas en criterios científicos y otras en criterios tecnológicos. Por tanto, serán los objetivos del proyecto los que orienten mejor las respuestas a estas preguntas, que podrían quedar en la frontera de la investigación científica o tecnológica.

Evaluar en lo tecnológico, incorpora un proceso que permite aproximarse a una práctica que no es neutral ni desinteresada (aunque hablando con sinceridad tampoco lo es tanto en lo científico) [García, 2007]. Lo tecnológico incluye beneficios, pero también riesgos para todos, encerrando aspectos sociales culturales, ecológicos y de subsistencia de grupos.

De igual forma no debe subestimarse la utilización de cuerpos de conocimiento, como el técnico o hasta el empírico, sobre todo cuando en algún proyecto son los únicos disponibles. Así mismo se recomienda tener el alcance de miras, de parte de los evaluadores, para observar la trayectoria que se tiene en alguna propuesta de proyecto, ya que en algunos casos se busca incrementar la productividad de emprendimientos, que hasta hace muy poco tiempo se realizaban mediante

procesos muy artesanales. y por tanto empíricos y que se busca irlos automatizándolos, como son el caso de las fábricas de ladrillo, mezcal, tequila, procesamiento de café, chocolate, pelado y desespinado de nopales, entre otros frutos de producción local.

5. Conclusiones

En este trabajo se detallan los conceptos de ciencia, ingeniería, tecnología, técnica, todo ello en el contexto de los proyectos de fin de carrera en ingeniería. Con el fin de describir los dos grandes rubros en los que pueden dividirse los proyectos, mismos que pueden ser tanto científicos, como tecnológicos.

Por otro lado, también se describe que, en los proyectos de carácter tecnológico, podrían estar presentes los cuerpos de conocimiento, tanto técnico, como empírico como tecnológico y evidentemente el científico. Incluso la necesidad de solución podría imponer un uso mayor de conocimiento empírico y no por ello deberá menospreciarse o considerarse que por utilizar mayormente conocimiento empírico, el proyecto no es digno de realizarse, ya que las más de las veces cuando se inicia el prolongado camino en la innovación incremental, se empieza por el conocimiento que se dispone en esos momentos. Para posteriormente continuar con conocimiento técnico, científico, de manual o de normativas y finalmente sea algo tecnológico.

Finalmente, y para concluir, se describen las advertencias necesarias para los estudiantes que presentaran sus proyectos; ya que en ocasiones los jurados de evaluación están conformados por perfiles profesionales; tanto científicos como de ingeniería; y por tanto los criterios de evaluación suelen ser diametralmente opuestos. Por ello, los alumnos deberán tener la capacidad discursiva necesaria, para refutar elegantemente alguna pregunta, que se considere fuera de lugar, y con ello no quedar mal parados, ante un embate de esas características, ya que previamente, han sido instruidos en los criterios; y saben diferenciar cuales son aplicables a su trabajo y cuales no lo son. De acuerdo con la naturaleza de su proyecto.

6. Referencias y Bibliografía

- [1] Aquino J., Corona L., Fernández N., De la creatividad pragmática a la ingeniería científica. III Foro nacional de ciencias básicas. División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería UNAM, abril, 2009.
- [2] Aquino J., Corona L., Cuervo V., Trayectoria evolutiva de los criterios de evaluación en la enseñanza de la ingeniería mecatrónica. IV Foro nacional de ciencias básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2010.
- [3] Aquino J., Corona L., Fernández C., El proyecto de fin de carrera en ingeniería mecatrónica, tipología, contenidos y sugerencias para su evaluación. XVIII Simposium Internacional: Aportaciones de la universidad, ESIQIE IPN, septiembre, 2017.
- [4] Aquino R. J. A. Fernández N. C. Sandoval M. R., La Necesidad de una Evaluación con Criterios Específicos para las mallas curriculares de Ingenierías Interdisciplinarias. Congreso internacional de investigación academia journals, Hidalgo, 2024.
- [5] Cross N., Métodos de diseño Estrategias para Diseño. Editorial Limusa Wiley, México, 2018.
- [6] Dym L. & Little P., El proceso de diseño en ingeniería -Como desarrollar soluciones efectivas-, Limusa Wiley, México, 2018.
- [7] García-Córdoba F., La investigación Tecnológica: Investigar Idear e Innovar en ingenierías y Ciencias sociales, Limusa Editores, México, 2007.
- [8] González O., Introducción a la ingeniería: una visión desde sus fundamentos científicos y tecnológicos y desde el currículo en la formación del ingeniero 2ª edición ECoE Ediciones, Bogotá Colombia, 2023.
- [9] Grech P., Introducción a la Ingeniería un enfoque a través del diseño” 2ª edición. Prentice Hall, Colombia, 2021.
- [10] Krick V., Introducción a la Ingeniería y al diseño en la ingeniería Editorial Limusa, México, 2018.
- [11] Sobrevila M., Revisando un modelo antiguo para tratar de integrarnos con el mundo, Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de las Ingenierías,

Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI), Argentina, 2015.

- [12] Terán M., Introducción a la ingeniería, 2ª Edición: Alfaomega, México, 2019.
- [13] Ulrich T., Eppinger S. Diseño y desarrollo de productos. Editorial Mc Graw Hill 5ª Edición, México, 2018.
- [14] Wright P. Introducción a la Ingeniería. Tercera edición Editorial Limusa, México, 2017.