

La Filosofía de la Ingeniería en el Contexto de la Formación del Ingeniero

The philosophy of engineering in the context of the formation of the engineer

*Pedro A. Romero**, *Carmen H. Romero***, *Kervin B. Rojas****

Abstract

The process of research, development and innovation in the area of engineering is confined to the technological scientific context dominated by physics, chemistry, geology, mathematics and other sciences derived from these basic principles of generating this knowledge science. In this sense they should be considered the following characteristics; know how attitude particular man and his environment, and retrieved in various ways including particular experience and academic formality, which brings us to the context of epistemological and scientific knowledge as objective of knowledge whose particularity is the intrinsic strength in being which allows you to analyze your potential, science whose purpose is the articulate laws for understanding various phenomena and whose medium is the fixation of knowledge for verification of this. Not only scientific knowledge is defined according to its reference scientific genesis, but it is confined to his discipline of knowledge; in this sense, it is necessary to discern in the epistemological and philosophical location of each science in order to define your method. To develop new applications or theoretical knowledge in the area of engineering, it is necessary to use appropriate tools belonging to these domains of knowledge, almost always to the hand of the developments of physics, chemistry and other sciences, so that the new advances and developments occur in the light of the developments of the sciences which have been generated.

Key Words: Engineering, philosophy, science, epistemology

Resumen

El proceso de investigación, desarrollo e innovación en el área de la ingeniería se circunscribe al contexto científico tecnológico dominado por la física, la química, la geología, las matemáticas y otras ciencias derivadas de estas como fundamentos de ciencias generadoras de estos conocimientos. En este

* Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad de La Costa, Facultad de Ingeniería, Email: promero@cuc.edu.co

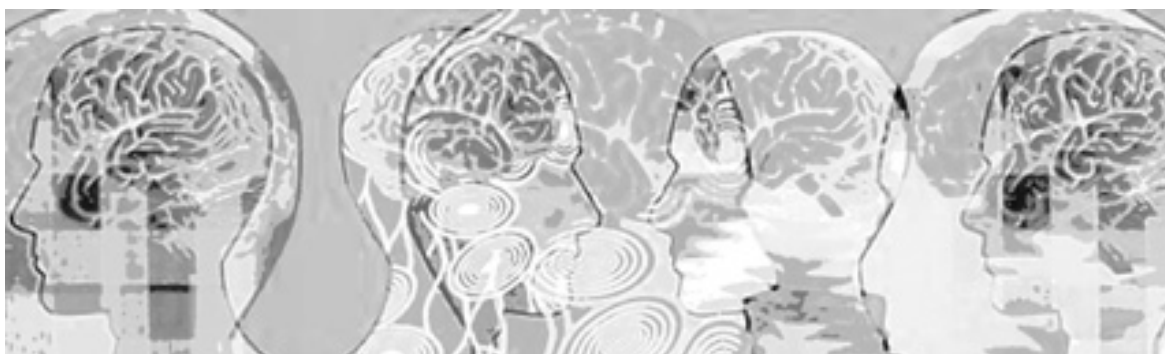
** Doctora en Ciencias de la educación, Universidad Rafael Belloso Chacín. Doctora en Ciencias políticas, Universidad URBE de Venezuela. Post-doctorado en Gerencia de las organizaciones. Universidad de la Costa, Email: cromero11@cuc.edu.co

*** Doctor en Ciencias de la Educación de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín, Venezuela. Universidad de la costa, Email: krojas4@cuc.edu.co



sentido deben considerarse las siguientes características; el saber cómo actitud particular del hombre y su entorno, y obtenido de diversas formas entre ellas la experiencia particular y la formalidad académica, lo cual nos lleva al contexto gnoseológico y científico, el conocimiento como objetivo del saber cuya particularidad es la solidez intrínseca del mismo en el ser lo cual le permite analizar su potencial, la ciencia cuyo propósito es la de articular leyes para comprensión de diversos fenómenos y cuyo medio es la fijación de conocimientos para comprobación de esta. El conocimiento científico no solo se define de acuerdo a su génesis científica referencial, sino que se circunscribe a su disciplina del saber; en este sentido es necesario discernir en la ubicación epistemológica y filosófica de cada ciencia de manera de definir su método. Para desarrollar nuevas aplicaciones o conocimientos teóricos en el área de la ingeniería es necesario utilizar herramientas adecuadas que pertenezcan a estos dominios de conocimiento, casi siempre a la mano de los desarrollos de la física, la química y otras ciencias, de forma tal que los nuevos avances y desarrollos se dan a la luz de los desarrollos de las ciencias de las cuales se han generado.

Palabras claves: Filosofía, ingeniería, epistemología, ciencias



1. Introducción

La epistemología es la rama de la filosofía que tiene como objeto de estudio a la investigación científica y a su producto que es el conocimiento científico, y fundamentalmente trata con los elementos y criterios que generan este conocimiento y con las herramientas que permiten su validación. [1] la define como, “la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico”. Considerando la ciencia como el conocimiento obtenido a través de la aplicación del método científico en un ámbito específico, la ciencia utiliza para su desarrollo al método científico y este tiene la característica de ser objetivo y verificable, sin embargo su aplicación depende del objeto de

estudio y en este sentido debe considerarse la diversidad que trae como consecuencia la clasificación de las ciencias. Hoy en día la ingeniería es todavía considerada distinta a la ciencia por el hecho de entenderla como una disciplina de aplicación del conocimiento. Esta idea está lejos de la realidad ya que el solo hecho de que su estudio en las universidades esta constituidos por un compendio de ciencias formales y factuales para la comprensión de los fenómenos y leyes naturales que rigen la disciplina específica y estos son llevados de la realidad a la práctica a lo largo de su estudio y de su aplicación. La ingeniería está descrita como el conocimiento requerido, y el proceso aplicado, para concebir, diseñar, bienes y servicios, implica la existencia de dos componentes distintos a la ingeniería que son

el conocimiento, y al proceso. El conocimiento de la ingeniería es el conjunto cada vez mayor de hechos, de experiencia y habilidades en disciplinas de la ciencia, de la ingeniería y de la tecnología y en conjunto logran una comprensión de los diversos campos de aplicación. De acuerdo a [2] existen cuatro razones para profundizar en la filosofía de la ingeniería, siendo estas en primer lugar la de dirigir un objeto crítico para las reflexiones filosóficas. La ingeniería es una clase de actividad de autoconstrucción, donde el ser humano es representado por su sabiduría, ideales y valores, donde la práctica de la ingeniería ha desarrollado artefactos útiles y sistemas artificiales que no habían existido hasta ahora y se han traído a la realidad.

2. Desarrollo

La literatura en la filosofía de la tecnología está comenzando a tratar la ingeniería, pero no es muy extensa. Uno podría indagar en las razones de esta carencia, pero no está claro que sea provechoso. Aparentemente es un problema asociado a la herencia positivista de concentrar en ciencia “pura” los postulados filosóficos con la opinión que la ingeniería es “simplemente” el uso o aplicación de la ciencia a los problemas del mundo real.

Los campos de la ingeniería contienen una variedad de asuntos del interés a los filósofos. Entre éstos están el proceso de diseño, la naturaleza del conocimiento de la ingeniería, el social y ético, las implicaciones de los proyectos de la ingeniería, y la gama de relaciones entre la ingeniería y las ciencias. Los ingenieros no toman simplemente el conocimiento y comprenden lo que los científicos crean, estos lo aplican al mundo y generan su propio conocimiento y en algunos casos crean teorías diferentes.

En la epistemología de la ingeniería, o el estudio de la teoría de la ingeniería y el conocimiento, es una tarea importante para la filosofía de ingeniería. La tarea es substancial en contraste con los volúmenes incontables que analizan la epistemología científica, la epistemológica ingeniería es relativamente escasa.

Una forma de ver cómo altamente la materialidad tecnológica se ha desarrollado, y cómo ambos obligan y tiene en cuenta la búsqueda del ideal humano, es seguramente una tarea central de los filósofos. La misma vida de la filosofía arraigada exactamente en este mundo artificial verdadero. Hasta cierto punto, si a los filósofos les importa o no, la filosofía se asocia naturalmente a la práctica de la ingeniería.

En segundo lugar, la ingeniería puede funcionar como un laboratorio de pensamiento de los filósofos para probar sus discusiones filosóficas. Ejemplos de varias tesis filosóficas referentes a tecnología y a la ingeniería verifican este punto. Discusiones tales como la tecnología que era manual ha llegado a ser autónoma, y es regida por la racionalidad instrumental, no podría sostenerse simplemente, ella había sido probada con las prácticas de la ingeniería. De hecho, siendo asociado inseparablemente con la ética y la moral, la ingeniería es humanidad en la acción.

La ingeniería no sólo se sujeta a la racionalidad instrumental, también a la racionalidad comunicativa. Hay siempre alternativas a cierto diseño de ingeniería, y la idea de solamente una mejor solución al problema de la ingeniería es apenas una ilusión. . En tercer lugar, la filosofía puede aprender a ser modesta y prudente después del ejemplo de la ingeniería. La filosofía representa una búsqueda de la certeza, de la necesidad y de la verdad universal.

En comparación, el mundo de la ingeniería se caracteriza por el conocimiento y las opciones locales, situacionales, específicas y contingentes. Al contrario a las presunciones comunes, la filosofía está lejos más ambicioso y arrogante que la ingeniería haciendo frente al mundo real. Históricamente el discurso, la mayor parte de las atrocidades y los desastres resultaron de ideologías filosóficas, más que por fallas de la ingeniería. En cuarto lugar se concluye que filosofía es ingeniería, con la ingeniería, la filosofía llegará a ser más sí mismo. De hecho, una de las metas más importantes de la filosofía es revelar maneras de vida alternativamente posibles, y uno de las funciones fundamentales de la inge-

nería son la de realizar tales posibilidades, y al mismo tiempo abrir nuevas posibilidades.

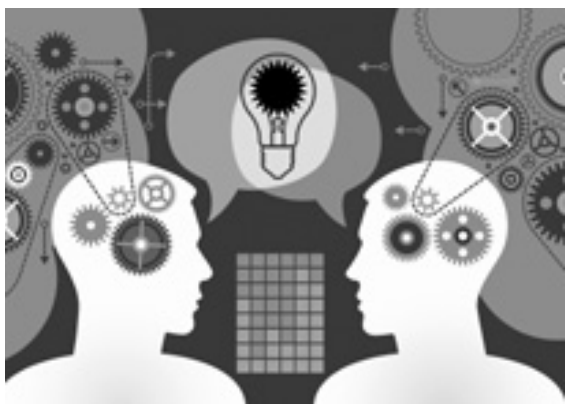
En este sentido, los ideales de la filosofía y el de la ingeniería son muy similares el uno al otro, y la creatividad en filosofía se puede ser paralela al de la ingeniería. Con la aparición de la meta-tecnología, las relaciones en medio de la ingeniería y la filosofía son de profundización y se consiguen más cerca, y la ingeniería alcanza un significado más cercano a la filosofía. [3] afirma que “ la ciencia apunta al construir teorías que son verdad, mientras que la ingeniería apunta a hacer cosas que trabajan; la ciencia y la ingeniería tienen diferentes objetivos, los modelos o teorías para las ciencias, artefactos o procesos para los ingenieros, la ciencia se encamina hacia la comprensión del mundo, la ingeniería se encamina hacia su cambio”.

Hay visiones numerosas alrededor de en qué se distinguen la ciencia y la ingeniería. Una la caracterización de la distinción es que la ciencia se orienta a construir teorías que son verdades, mientras que la ingeniería se orienta a hacer cosas que trabajan. Las disciplinas tienen diversas orientaciones, los modelos o las teorías para la ciencia, los artefactos o los procesos para los ingenieros. Las razones para perseguir éstos resultados son distintas. El objetivo de la ciencia es entender el mundo, y el de la ingeniería, cambiarlo. Esta distinción puedo indicar porque la filosofía de la ingeniería comienza a formarse. Un aspecto clave de la filosofía es la búsqueda de la pregunta ¿tenemos conocimiento genuino sobre el mundo alrededor de nosotros? Los

filósofos preguntan cómo nosotros adquirimos tal conocimiento y si podemos no estar completamente conscientes que nuestro conocimiento es genuino. La meta de la ciencia es de encontrar la verdad y la comprensión es de interés del filósofo porque la ciencia tiene como objetivo el desarrollo de nuevos conocimientos. Puede ser que como los objetivos de la ingeniería son fundamentalmente la práctica, no se estimule en función de esto las reflexiones filosóficas.

Sin embargo, la ingeniería juega realmente un papel importante en la adquisición conocimientos. En un inicio, la ingeniería se fundamenta en la teoría científica para el conocimiento. La mayoría teorías físicas fundamentales son apoyados por datos experimentales que no serían alcanzables sin la ingeniería. Los aceleradores de partícula construidos para revelar los bloques huecos fundamentales de la naturaleza no serían posibles sin impresionante hazañas de la ingeniería.

Otro ejemplo la prueba de gravedad satelital, un producto de la ingeniería más que de la ciencia pura para medir nuestro entendimiento de la estructura del tiempo y espacio y la naturaleza de la gravedad. Dado que muchas teorías científicas que buscan conocimiento sobre el mundo impliquen la ingeniería en ese esfuerzo, la ingeniería debe seguramente ser de interés a los filósofos. Hay preguntas pertinentes a ser respondidas por ejemplo, cómo la comprobación los productos de la ingeniería pueden ayudarnos a tener acceso al conocimiento sobre el mundo, cuál es exactamente el papel de objetos manufacturados en encontrar conocimiento, y cómo es su confiabilidad. Sin embargo, la ingeniería puede ser vista como entrega de conocimiento de muchas formas más que ayudando a la ciencia. Hay una distinción útil en filosofía entre el saber que (knowing that), el saber cómo (knowing how). Sé sabe que Caracas es el capital de Venezuela, y sé sabe cómo montar una bicicleta. Ésta es una distinción importante que se ve oscurecida por la palabra conocimiento, está sola palabra cuando se toma en consideración, esclarece que la búsqueda de los ingenieros es adquirir el conocimiento en todos sus esfuerzos.



La ingeniería es el saber cómo (know-how): los ingenieros saben construir un edificio, un puente para tráfico vehicular, y los ingenieros saben construir un acelerador de partículas para realizar experimentos. Esta última clase de conocimientos técnicos representa conocimientos referentes a algunas de las características más fundamentales de la naturaleza. La ingeniería como una consecuencia del conocimiento acertado alrededor de cómo controlar los materiales y procesos para traer resultados deseados.

Es una manera de conseguir la naturaleza de las cosas; un viaje del descubrimiento tanto como es la ciencia. Por lo tanto la ingeniería proporciona un estudio de caso útil para filósofos que investigan alrededor del estado del conocimiento humano. La ciencia y la ingeniería, aunque se complementan, tienen diversos propósitos y no utilizan exactamente la misma clase de conocimiento. La lógica de la ciencia es la lógica del qué-es; la lógica de la ingeniería es la lógica de que podría ser, la lógica de que puede ser posible.

La ciencia está orientada y determinada por lo que ya existe.; La ingeniería es orientada por propósitos y objetivos hacia lo que todavía no existe. La verdad es el propósito de la ciencia; para producir cosas útiles y generar la ventaja humana es el propósito de la ingeniería. En ciencia, la verdad es un extremo; en la ingeniería la verdad es un medio para generar utilidades para la humanidad. La ciencia es, para muchos científicos y filósofos, un fin en sí; pero las actividades de la ingeniería son un medio para la producción de cosas útiles y la generación de beneficios. En la declaración de Budapest sobre la ciencia y el uso del saber científico con motivo de la conferencia mundial sobre la ciencia para el siglo XXI de la UNESCO, en el preámbulo aparte dos declara textualmente:

“El saber científico ha dado lugar a notables innovaciones sumamente beneficiosas para la humanidad. La esperanza de vida ha aumentado de manera considerable y se han descubierto tratamientos para muchas enfermedades. La producción agrícola se ha incrementado enormemente en muchos lugares del mundo para atender las crecientes necesidades de la población. Está al

alcance de la humanidad el liberarse de los trabajos penosos gracias al progreso tecnológico y a la explotación de nuevas fuentes de energía, que también han permitido que surgiera una gama compleja y cada vez mayor de productos y procedimientos industriales. Las tecnologías basadas en nuevos métodos de comunicación, tratamiento de la información e informática han suscitado oportunidades y tareas sin precedentes para el quehacer científico y para la sociedad en general. La profundización ininterrumpida de los conocimientos científicos sobre el origen, las funciones y la evolución del universo y de la vida dota de la humanidad de enfoques conceptuales y pragmáticos que ejercen una influencia profunda en su conducta y sus perspectivas”.

Éste es una de las razones por las que hay un aumento de conocimiento en las áreas de habilidades del espíritu emprendedor y motivación en la preparación (académica y/o corporativa) de los futuros ingenieros. Es la ingeniería el proceso que está convirtiendo el nuevo conocimiento de la ciencia y lo está dirigiendo en nuevos programas informáticos y soporte físico, teléfonos móviles que pueden conectar al Internet, televisión digital, implantes médicos, nuevas drogas, productos farmacéuticos, máquinas que pueden aprender, etc., los procesos de ingeniería convierten al conocimiento científico, de ingeniería y otros en experiencias útiles, aunque la ciencia y la ingeniería se entrelazan, la ingeniería no es un subconjunto de la ciencia. La innovación es la introducción acertada de algo nuevo. En el contexto de la economía se relaciona con algo del uso práctico que tiene contenido técnico significativo y alcanza éxito comercial. En el contexto de la sociedad se relaciona con las mejoras en la calidad de vida. La innovación puede ser enteramente nueva, por ejemplo el primer teléfono portátil, o una versión perceptiblemente mejor algo que existe ya. La declaración de Budapest sustenta que hoy más que nunca, la ciencia y sus aplicaciones son indispensables para el desarrollo. Mediante programas de educación innovadores e investigación, las autoridades gubernamentales, y el sector privado deben prestar más apoyo a la construcción de una capacidad científica y tecnológica adecuada y compartida de manera

equitativa, fundamento que es indispensable para un desarrollo económico, social, cultural y ambiental racional. Esta necesidad es fundamentalmente apremiante en los países en vías de desarrollo. El desarrollo tecnológico apremia una base científica sólida y debe orientarse hacia modos de producción seguros y no contaminantes, una utilización de los recursos más eficaz y productos más tolerantes para el medio ambiente. La ciencia y la tecnología también deben orientarse decididamente hacia perspectivas que mejoren el empleo, la competitividad y la justicia social. Hay que aumentar las inversiones en ciencia y tecnología encaminadas a estos objetivos y a conocer y proteger mejor la base de recursos naturales del planeta, la diversidad biológica y los sistemas de sustentación de la vida. El objetivo debe ser avanzar hacia unas estrategias de desarrollo sostenible mediante la integración de las dimensiones económicas, sociales, culturales y ambientales. La palabra tecnología puede ser utilizada para hacer referencia a una colección de técnicas. En este contexto, es el conocimiento de cómo combinar recursos para producir de productos necesarios, para solucionar problemas, satisfacer necesidades, e incluye métodos, técnicas, habilidades, procesos, herramientas y materias primas. Las tecnologías afectan perceptiblemente al ser humano y otras en la capacidad de controlar y de adaptarse a sus ambientes naturales. Los seres humanos comenzaron a usar tecnología con la conversión de recursos naturales en herramientas simples. El descubrimiento prehistórico de la capacidad de controlar el fuego aumentó las fuentes disponibles de alimento y la invención de la rueda ayudó a seres humanos en viajar adentro y controlar su ambiente. Los progresos tecnológicos recientes, incluyendo la prensa, la telefonía, y la web, han disminuido las barreras físicas en la comunicación y ha permitido a los seres humanos obrar recíprocamente y libremente en una escala global. Sin embargo, no toda la tecnología se ha utilizado para los propósitos pacíficos; el desarrollo de armas de la energía destructiva cada vez mayor ha progresado a través de la historia, de los clubs a las armas nucleares. Desde los años 60, la filosofía de la tecnología se ha estado convirtiendo en una alternativa a la filosofía de la humanidad de

la tecnología. Ha ganado ímpetu en los últimos 10 o 15 años, y ahora se está convirtiendo en la forma dominante de filosofía de la tecnología. Esta forma de la filosofía de la tecnología se puede llamar el analítica y es referida refiere a las relaciones entre la tecnología y la sociedad como con la tecnología sí mismo.

No se puede ver a la tecnología como una caja negra sino como un fenómeno que merece su estudio. Normalmente se conoce a la tecnología como práctica, básicamente la práctica de la ingeniería. El análisis de esta práctica, sus metas, sus conceptos y sus métodos, están relacionados con varios temas de la filosofía.

Pocas prácticas en nuestra sociedad son tan estrechamente vinculadas como ciencia y tecnología. La ciencia experimental es hoy en día crucial dependiente en la tecnología para la realización de sus ajustes de la investigación y para la creación de las circunstancias en las cuales un fenómeno llegará a ser observable. La investigación teórica dentro de la tecnología ha venido ser a menudo indistinguible de la investigación teórica en la ciencia, haciendo ciencia de ingeniería en gran parte continua con ciencia general. Esto es relativamente un reciente desarrollo, no más que centenario, y es responsable de grandes diferencias entre la tecnología moderna y tradicional, arte-como técnicas.

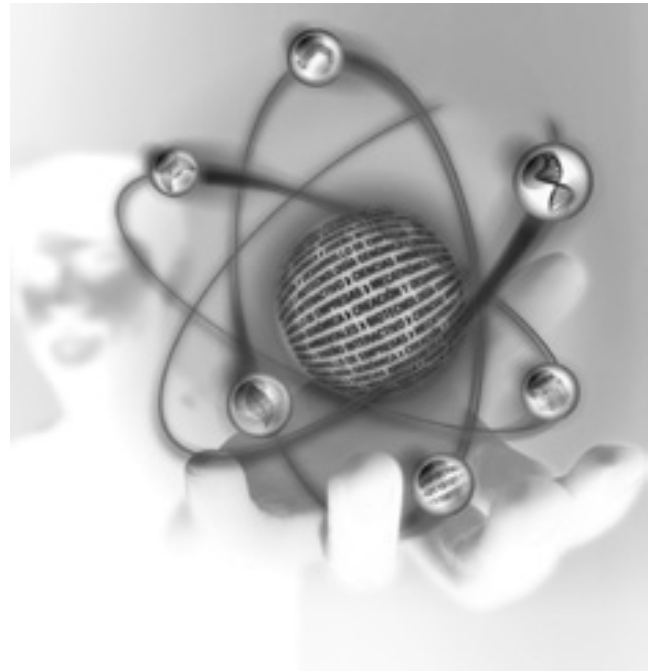
El entrenamiento educativo que los científicos y los ingenieros de reciben comienzan ser en gran parte idénticos y diverge solamente gradualmente en una ciencia o plan de estudios de ingeniería. Puede ser que por lo tanto sea pensado que hay semejanzas igualmente fuertes entre la filosofía de la ciencia y la filosofía de la tecnología. Casi el contrario es verdad, sin embargo. Desde entonces la revolución científica, sobre todo, el siglo XVII, caracterizado por sus dos innovaciones importantes, el método experimental y la articulación matemática de teorías científicas, la reflexión filosófica en ciencia ha concentrado en el método por el cual el conocimiento científico es generado, en las razones de pensar teorías científicas para ser verdad, y en la naturaleza de la evidencia y las razones para aceptar una teoría y rechazar otra. Sería difícil

encontrar filósofos de la ciencia con preguntas que no se haya planteado la comunidad científica, de sus preocupaciones, de sus puntos de vista, de sus intuiciones, de sus discusiones y de opciones, como meta fundamental.

La filosofía de la tecnología, en cambio, ha no hecho caso tradicionalmente en gran parte de la comunidad de ingenieros y se ha ocupado casi exclusivamente del lugar de la tecnología, y de su significado para la sociedad humana, para la cultura humana, y su existencia. Los filósofos de la ciencia parecen dejar preguntas que se dirigen alegremente a otras disciplinas filosóficas, o a los estudios históricos. Una diferencia principal entre el desarrollo histórico de la tecnología moderna con respecto a la ciencia moderna, que puede por lo menos explicar en parte esta situación, es que la ciencia emergió en el siglo XVII de la filosofía .

Las respuestas que Galileo, Huygens, Newton, y otros dieron, por quienes iniciaron la alianza del empirismo y de la descripción matemática que es tan característica para la ciencia moderna, eran respuestas a las preguntas que habían pertenecido desde la antigüedad, al asunto principal de la filosofía. La ciencia, por lo tanto, guardó la atención de filósofos. La filosofía de la ciencia es una transformación de la epistemología teniendo en cuenta la aparición de la ciencia.

La realidad fundacional de la división de los átomos, el estado de la causalidad y de la probabilidad, las cuestiones del espacio y del tiempo, la naturaleza del mundo cuántico que se discutían animadamente durante el final del diecinueve y el principio del siglo pasado son una ilustración de esta relación estrecha entre los científicos y filósofos. Ninguna intimidad ha existido nunca entre esos mismos filósofos y técnicos; sus mundos apenas convergen. Para estar seguro, se podría dar continuidad a las preguntas centrales de la filosofía, teniendo que hacer con la acción humana y la racionalidad práctica, y los acercamientos de la tecnología de la manera y sistematiza la solución de problemas prácticos. Esta continuidad aparece solamente por la retrospectión, sin embargo, la debilidad en el desarrollo histórico es a lo más, un acercamiento lento en



la dirección de estos pensamientos filosóficos en la acción y la racionalidad, no lejos de ella esta es su génesis.

Es perceptiblemente que se haya reconocido que tecnología es la sola manera dominante inesperada de contestar todas las preguntas referentes a la acción humana, comparable a la ciencia como la sola manera dominante de contestar todas las preguntas referentes al conocimiento humano. Sin embargo, esta no es simplemente una interpretación que la tecnología puede ser la suma total de acción racional, también es necesario indagar sobre el asimiento que tiene en la sociedad moderna debido al esfuerzo de todos los aspectos de la vida humana dentro del paradigma de la racionalidad y eficacia máxima.

En este sentido el acercamiento de la filosofía y la tecnología que ha dominado el discusión durante el siglo pasado es abiertamente crítico y la tecnología: tiende a tener un juicio negativo, todas las cosas consideradas, de la tecnología de la manera que ha afectado a la sociedad humana y a la cultura, o concentra en los efectos negativos de la tecnología sobre sociedad humana y cultura. Esto no significa necesariamente que la tecnología sí mismo está precisada como la causa directa de estos progresos negativos. La

distinción entre la ciencia, la ingeniería y la tecnología no está siempre clara. La ciencia es la investigación o el estudio razonado de fenómenos, descubrimiento dirigido aguantando principios entre elementos del mundo fenomenal empleando técnicas formales tales como el método científico. Las tecnologías no son generalmente exclusivamente productos de la ciencia, porque tienen que satisfacer requisitos tales como utilidad, beneficios y seguridad.

La ingeniería es el proceso orientado a diseñar y hacer las herramientas y sistemas para explotar los fenómenos naturales a través de medios humanos prácticos, a menudo (pero no siempre) usando resultados y técnicas de la ciencia. El desarrollo de la tecnología puede dibujar sobre muchos campos del conocimiento, incluyendo conocimiento científico, que puede ser matemático, lingüístico, e histórico, para alcanzar un cierto resultado práctico.

La tecnología es a menudo una consecuencia de la ciencia y de la ingeniería, aunque la tecnología es una actividad humana precede los dos campos. Por ejemplo, la ciencia pudo estudiar el flujo de electrones en conductores eléctricos, usando las herramientas existentes y el conocimiento. Este conocimiento descubierto se puede entonces utilizar por los ingenieros para crear las nuevas herramientas, por ejemplo los semiconductores, las computadoras, y otras formas de tecnología avanzada.

En este sentido, los científicos y los ingenieros pueden ambos ser considerados como los tecnólogos; los tres campos se consideran a menudo como uno para los propósitos de la investigación y de la referencia. Las relaciones exactas entre la ciencia y la tecnología particularmente han sido discutidas por los científicos, los historiadores, y los responsables políticos en el siglo veinte, en parte porque el discusión puede informar a la financiación de la ciencia básica y aplicada.

Posterior a la Segunda Guerra Mundial, por ejemplo, en los Estados Unidos era considerado extensamente que la tecnología era simplemente ciencia aplicada; y para financiar ciencia básica era necesario cosechar resultados tecnológicos

a su debido tiempo. Los nuevos productos, las nuevas industrias, y más trabajos requieren adiciones continuas al conocimiento de las leyes de la naturaleza. Este nuevo conocimiento esencial se puede obtener solamente con investigación científica básica; Al final de la década de los sesenta, sin embargo, esta visión declinó, llevando hacia iniciativas para financiar la ciencia para las tareas específicas (iniciativas resistidas por la comunidad científica). [4] sugiere que “la diversidad de las ciencias está de manifiesto en cuanto que atendemos a sus objetos y sus técnicas; y se disipa en cuanto que se llega al método general que subyace en aquellas técnicas”. En la figura 1 se muestra la diversificación de las ciencias.

Fig. 1. Diversidad de las ciencias.



Considerando la diversificación de las ciencias, [5] propone un modelo que abre el camino a una comprensión epistemológica de la ingeniería en el contexto científico e inicia una comprensión filosófica al contrastar la realidad que subyace en la ingeniería con la difusión sin fundamento de ser mera aplicación y no como fuente generadora de conocimiento científico. El modelo propuesto considera cuatro dimensiones de la ingeniería que son la dimensión de las ciencias básicas, la dimensión de las ciencias sociales, la dimensión del diseño y la dimensión de la práctica profesional.

La dimensión de las ciencias básicas le da la visión a la ingeniería como ejecutora de las ciencias naturales y exactas enfatizando los valores y el rigor de la lógica y visualizando al conocimiento como producido a través del análisis y la experimentación. La investigación es la práctica cotidiana

de esta dimensión donde el descubrimiento de conocimientos es el principio fundamental.

La dimensión social ve al ingeniero no como un tecnólogo sino como un experto social en su habilidad para reconocer la naturaleza del mundo y la complejidad social de los grupos de trabajo en los cuales se desarrolla; la creación de valores económicos y sociales y la creencia de la satisfacción de los usuarios finales es el valor central de esta dimensión.

La dimensión del diseño ve a la ingeniería como ejecutora del arte del diseño. Su valor fundamental es el pensamiento sistémico más que el pensamiento analítico que caracteriza a la ciencia tradicional; típicos valores de esta dimensión incluyen la exploración de alternativas y el compromiso. Su práctica está fundamentada en la visión holística, contextual e integradora del mundo más que la visión parcializada.

La cuarta dimensión ve a la ingeniería como el arte de hacer cosas, valorando la habilidad de cambiar a la humanidad y superando la complejidad con la flexibilidad y la perseverancia. Esto corresponde al arte del hombre transformador de su entorno físico a través de la fabricación de bienes y servicios.

Al considerar a las cuatro dimensiones como un compendio transdisciplinar observamos una integración epistemológica de las cuatro dimensiones al momento de interactuar unas con otras y generar bases de conocimiento interrelacionadas.

Conclusiones

Al considerar las tradiciones epistemológicas de cada dimensión se observa una contribución eminentemente positivista en las ciencias básicas, así mismo esta tradición puede observarse en la manera como se interpreta el conocimiento en la dimensión de las ciencias sociales, sin embargo se nota una tendencia hacia el construc-

tivismo. La dimensión del diseño es difícil de enclaustrar dentro de una tendencia dada su naturaleza intuitiva y la dimensión de la realización práctica es eminentemente constructivista. En función de este análisis es necesario plantearse las cuatro preguntas fundamentales de la teoría del conocimiento para después relacionarlo directamente con la generación de conocimiento de la ingeniería y demostrar la fundamentación epistemológica que la rige de acuerdo a la propuesta dimensional planteada.

La certeza del proceso científico de la ingeniería se fundamenta en su proceso de enseñanza en sus diversos niveles, desde la licenciatura hasta el posdoctorado, considerando por supuesto la investigación científica [6] en los centros de investigación y desarrollo, de forma tal que el proceso de inserción de los conceptos de la filosofía de la ingeniería es fundamental y debe incorporarse en forma transversal en todos los niveles de formación de los futuros ingenieros para consolidar su posición transformadora dentro de la sociedad del siglo XXI.

Referencias

- [1] M. Bunge *Epistemología, ciencia de la ciencia* Barcelona: Ariel, 1980.
- [2] C. Mitcham *De la tecnología a la ética: experiencias del siglo XX posibilidades del siglo XXI* Revista CTS, N5, volumen 2, Junio 2005.
- [3] N. McCarthy *A world of things, not facts*. The Netherlands: Abstracts of the workshop of philosophy & engineering, 2007.
- [4] M. Bunge *La investigación científica* Barcelona: Ariel, 1989.
- [5] A. Dias *Toward an epistemology of engineering* London: Workshop of philosophy of engineering, The Royal Academy of Engineering, 2008.
- [6] P. Romero *Método general para la investigación en ingeniería* Maracaibo, URBE, Tesis Doctoral, 2011.